

after D 176.



Mathem.

De Planetis

ps. 776.

Beschreibung
eines
Planetarium, Tellurium
und
Lunarium

R erfunden
von
H a r t o g v a n L a u n
dargestellt

von
J. H. van Swinden
und aus dem Holländischen übersetzt

von
F. M e y é r.

Mit Kupfern.

Leipzig, bey J. G. Herzog 1807.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Einleitung.

Erhaben ist der Anblick des Sternenhimmels und die Erscheinungen an demselben rühren tief jeden verständigen und gefühlvollen Menschen. Jeder wünscht also wohl jene Erscheinungen näher kennen zu lernen und sich eine richtige Vorstellung von denselben zu machen. Die Menschen theilen sich indess bey der bestehenden Geistesbeschränktheit und Geistesungleichheit, indem nicht alle zu einer gleichen Masse der Kenntnisse und zu einem gleichen Grade der Erkenntniß gleichzeitig gelangen und gelangen können, nach ihrer Verstandeskultur in mehrere Klassen. Nur wenigen ist die vorzügliche Gabe zu Theil worden, alle, auch die abstractesten Gegenstände ohne Vermittlung sinnlicher Darstellungen zu fassen. Viele erreichen, da äußere Verhältnisse, ein zweckmäßiger Unterricht und andere günstige Umstände einen so mächtigen Einfluß auf die Ansbildung der menschlichen Fähigkeiten haben, nur langsam die Reife des Geistes, bey welcher sie von unsinnlichen oder abgezogenen Gegenständen so leicht und schnell sich deutliche Vorstellungen machen können, als von solchen, die unmittelbar in die Sinne

fallen. Auch ist dieser Grad von Fassungsgabe gewöhnlich das Resultat eines lang anhaltenden und vielseitigen Studiums, dem sich nicht alle, die sich einer besondern Wissenschaft ergeben oder einen Werth auf Erlangung nützlicher Kenntnisse setzen, widmen können. Diesen Wilsbegierigen nun behülflich zu seyn, sind daher unter den Namen *Planetarium*, *Tellurium* und *Lunarium* solche Kunstwerke oder Maschinen erfunden worden, die eigenthümlich geschickt sind, den Sinnen deutlich zu machen, auf welche weise und einfache Art der Schöpfer der Natur gewisse Erscheinungen hervorgebracht hat.

Ein dergleichen Kunstwerk von zum Theil neuer Einrichtung zu beschreiben, und zu zeigen, wie sehr dasselbe geschickt ist, die meisten merkwürdigen Erscheinungen, welche aus der Bewegung der Erde, des Mondes und der übrigen Planeten entstehen, auf eine leichte Art begreiflich zu machen, soll der Gegenstand dieser Abhandlung seyn. Dieses Kunstwerk ist von dem geschickten Künstler Hartog van Laun zu Amsterdam verfertigt und größtentheils erfunden.

Die Kunstwerke, welche die Erscheinungen der Bewegung himmlischer Körper abbildlich darstellen, sind von doppelter Art. Sie dienen entweder, die Erscheinungen so vorzustellen, als sie wirklich *a)* sind, oder sie sind bloß zum Unterricht bestimmt *b)*. Zu dieser Klasse gehört dasjenige, von welchem ich in der

a) S. *Planetarium* von Jan van den Dam, welches in der Gesellschaft *Felix meritis* zu Amsterdam sich befindet.

b) Nollet hat hiervon ein ausnehmend schönes Muster geliefert.

Folge handeln werde, und welches seiner Einfachheit wegen allen andern den Rang streitig macht. Die Kunstwerke der ersten Art taugen gewöhnlich zu dem letztern Zwecke wenig oder gar nicht und können es auch ihrer Beschaffenheit nach nicht. Einen Gegenstand so abbilden wie er ist, ist ganz etwas anders, als ihn nach allen seinen Theilen entfalten, um diese Stück für Stück zu betrachten, sie von allen Seiten und in jeder Beziehung kennen zu lernen und so von der genauesten Kenntniss der Theile sich zur Kenntniss des Ganzen zu erheben. Von allen abbildlichen Kunstwerken würde nur dasjenige vollkommen seyn, welches alle Erscheinungen am Sternenhimmel so vorstellte, dass es gleichviel wäre, ob man den Himmel oder das Kunstwerk beobachtete, um in jedem Augenblicke jede Veränderung wahrzunehmen, welche zufolge der Bewegungen der Himmelskörper Statt finden muss. Das Kunstwerk von Eisinga c) übertrifft in dieser Hinsicht alle andere, welche mit ihm kaum in einige Vergleichung gestellt werden können.

Die Kunstwerke, welche die verschiedenen Bewegungen der Himmelskörper entweder abbilden oder erläutern, führen zufolge der vornehmsten Erscheinungen, welche durch sie vorgestellt werden, verschiedene Namen. *Planetarium* nennt man ein Kunstwerk, wodurch die Bewegungen der Planeten anschaulich gemacht werden. *Tellurium* heisst ein Kunstwerk, wodurch die Erscheinungen erklärt und

A 2

c) Eine vollständige Beschreibung dieser Maschine hat der Verfasser in folgender Schrift geliefert: *Beschryving van een volledig beweglyk Hemelgestel, uitgedagt en vervaardigt door Eise Eisinga*. Franeker, 1780, 8.

abgebildet werden, welche aus dem Laufe und der Stellung der Erde entspringen, als z. B. Tag und Nacht und der Wechsel der Jahreszeiten. Durch das *Lunarium* lernt man besonders die verschiedenen Erscheinungen des Mondes kennen. Die Maschine, welche der Künstler H. van Laun verfertigt, ist zugleich *Planetarium*, *Tellurium* und *Lunarium*, je nach der Art und Weise, wie sie gebraucht wird, und nach den Theilen, deren man sich dazu bedient. Diese drey Werkzeuge sollen nur in drey Abschnitten, jedes nach seinen Theilen und seiner Einrichtung, besonders beschrieben und aneinander gesetzt werden.

Planetarium.

Durch viele von den Sternkundigen gemachte Beobachtungen und daraus richtig gezogene Folgerungen ist es nun völlig erwiesen, daß die Sonne in der Mitte unsers Sonnensystems steht, und daß die Planeten nach folgender Rangordnung und in der dabey bestimmten Zeit ihren Lauf um die Sonne vollenden.

- ♿ Mercur in beynahe 88 Tagen, d. h. in drey Monaten weniger drey Tagen.
- ♀ Venus in 224 Tagen, 16 Stunden.
- ♁ Die Erde in einem Jahre. Sie wird auf ihrem Laufe von dem Monde begleitet, welcher sich um sie herum drehet und zugleich mit ihr in einem Jahre um die Sonne geführt wird.
- ♂ Mars in beynahe 687 Tagen, d. h. in einem Jahre und beynahe 322 Tagen, oder in 22 Monaten und 22 Tagen.
- ♃ Jupiter in 11 Jahren $315\frac{1}{2}$ Tagen. Um ihn vollenden vier Nebenplaneten oder Trabanten ihren Lauf in verschiedenen Zeiten und werden mit ihm zugleich um die Sonne geführt.
- ♄ Saturn in 29 Jahren und 168 Tagen. Bey ihm sind schon sieben Nebenplaneten entdeckt.

Saturn ist überdem mit einem dünnen Ringe umgeben, welcher so wie der Hauptplanet dunkel ist und sein Licht von der Sonne erhält. Die Breite des Ringes beträgt den dritten Theil von Saturns Durchmesser, und sein Abstand von dem Planeten ist seiner Breite gleich. Der Ring ist durch einen schwarzen Strich in zwey Theile und vielleicht in mehrere getheilt, hat eine Neigung von mehr als 31° auf die Sonnenbahn (*Ecliptica*) und drehet sich in 10 Stunden, 29 Minuten um eine senkrecht stehende Achse, welche durch den Mittelpunkt des Saturns geht.

♅ Uranus, auch Herschel genannt, welcher diesen Planeten vor 20 Jahren entdeckt hat, in 83 Jahren, 284 Tagen. Um ihn sind schon 6 Nebenplaneten entdeckt.

Dieses System, welches man allgemein das Copernicanische nennt, bewährt sich dadurch, daß alle Erscheinungen in dieser Weltordnung ungekünstelt und den bekannten Naturgesetzen gemäß erklärt werden können. In einer Sache aber, wo man keine directen und mathematischen Demonstrationen verlangen kann, welche alle Gedenkbarkeit des Gegentheils ausschliessen, muß dieß als vollkommener Beweis gelten. Befänden sich in dem unermesslichen Weltraume keine andern Körper als die Sonne, die Erde und die übrigen Planeten, so würde man aus Mangel eines festen Punktes zur Vergleichung der Abstände ihre Umlaufsperioden nicht

haben bestimmen können. Nun giebt es aber (unbewegliche oder) Fixsterne, darum so genannt, weil sie beständig denselben Abstand von einander behalten; wenigstens ist keine hinlänglich bemerkbare Veränderung desselben zu beobachten. Diese sind daher die festen Gegenstände, oder Zeichen, mit welchen man die Planeten auf ihrem Laufe vergleicht. Unter ihnen giebt es ferner einige sehr hervorstechende, welche den Planeten in ihrer wahren, der Sonne aber in ihrer scheinbaren Bewegung begegnen. Diese hat man in gewisse Gruppen eingetheilt, die man Sternbilder oder Sterngruppen nennt, und wovon zwölf besonders merkwürdig sind.

Die Fläche, welche durch den Mittelpunkt der Sonne geht und worin die Erde sich wirklich bewegt, die Sonne aber nur scheinbar, heißt der Sonnenweg, Ekliptik. Dieser Umkreis wird in zwölf Theile, Zeichen, jeder von 30° , getheilt und nach den Sternbildern benennt, die man in denselben findet. Dadurch ist man in Stand gesetzt, beobachten zu können, wie viel Zeit ein Planet nöthig hat, um von dem Anfange eines bestimmten Zeichens zu demselben Punkte zurückzukehren, oder um von dem einen Sterne in einem Zeichen wieder bis zu demselben Sterne zu kommen. Aus vielen solchen wiederholten Beobachtungen sind sowohl die Umlaufzeiten der Planeten, als auch derselben Gröfse und Abstand bestimmt worden.

Ehe ich nun zur Beschreibung des Planetarium schreite, muß ich noch die Bemerkung machen, daß die Anordnung des Weltsystems so wenig, als die angegebenen Umlaufszeiten der Himmelskörper, durch irgend ein Kunstwerk bewiesen, sondern bloß bildlich vorgestellt werden könne. Wie unbedeutend man diese Bemerkung auch finden mag, so schien es mir doch nöthig, dies ausdrücklich zu erklären und ich werde sie noch oft wiederholen.

Das Grundstück dieser Kunstmaschine besteht in einer runden Tafel, aus deren Mittelpuncte eine gewisse Anzahl von Röhren, eine in die andere gefügt, sich erheben. Diese Tafel stellt die Sonnenbahn (*ecliptica*) vor, eigentlich aber den Weg, welchen die Erde jährlich durchläuft, die Fläche, auf welcher sie sich bewegt. Auf dieser Fläche sind mit verschiednen Farben drey Zirkel eingelegt, welche in 360° und außerdem in 12 Zeichen, jedes von 30° getheilt sind. Diese Letztern stellen die sogenannten 12 Himmelszeichen vor, welche die Sonne in ihrem scheinbaren Laufe jährlich in folgender Richtung zu durchwandern scheint, nämlich: 0) ♈ *Aries*, der Widder, 1) ♉ *Taurus*, der Stier, 2) ♊ *Gemini*, die Zwillinge, 3) ♋ *Cancer*, der Krebs, 4) ♌ *Leo*, der Löwe, 5) ♍ *Virgo*, die Jungfrau, 6) ♎ *Libra*, die Wage, 7) ♏ *Scorpio*, der Scorpion, 8) ♐ *Sagittarius*, der Schütze, 9) ♑ *Capricornus*, der Steinbock, 10) ♒ *Aquarius*, der Wassermann, und 11) ♓ *Pisces*, die Fische. Die Planeten durchlaufen diese Zeichen in

den oben bestimmten Umlaufszeiten. Die zwey andern Zirkel sind in 365 Theile oder Tage getheilt, und außerdem in 12 Monate, jeder von 30, 31 oder 28 Tagen. Zwischen diesen stehen die Namen der Monate. Sie sind so gestellt, daß der 20ste Tag im März mit dem ersten Grade des Zeichens *Libra* oder Wage übereinkommt, weil die Erde an diesem Tage sich in diesem Zeichen befindet und deswegen die Sonne in dem ersten Grade von *Aries*, oder Widder erscheint.

Die Röhren sind unter der Tafel mit dem nöthigen Räderwerke versehen, welches in einem Kasten verborgen liegt. Dieses Räderwerk wird durch eine Kurbel, die man auf der Seite an einem vierkantigen eisernen Stabe ansetzt, in Bewegung gebracht.

Auf die Röhren bringt man die Planeten, welche in einem Kistchen liegen und sich durch die bey den Astronomen gebräuchlichen Zeichen unterscheiden. *Uranus* fehlt hier wie auf den meisten *Planetarien*, wovon der Grund bald deutlicher werden wird. Ein vergoldetes Kügelchen in der Mitte der Röhren bezeichnet den Mittelpunkt der Sonne. Man kann dazu, gewissen Absichten gemäß, sich auch eines größern oder kleinern Kügelchens bedienen, oder auch eines Kupferdrathes, welcher einen Sonnenstrahl vorstellt.

Wenn man nun die Planeten so ordnet, daß sie alle denselben Punct anzeigen, z. B. den ersten Januar, und wenn man dann die Kurbel umdrehet, so kommen sie alle in Bewegung, allein mit sehr un-

gleicher Geschwindigkeit. Wenn die Erde beynahe 88 Tage zurückgelegt hat, oder sobald sie auf den 29. März gekommen ist, so hat Mercur schon einen Umlauf vollbracht. Nach 224 Tagen, d. h. wenn die Erde auf dem 12. August steht, ist Venus einmal herum, Mercur mehr als zweymal und steht, nachdem er bereits zweimal auf den 1. Januar zurückgekommen ist, auf dem 15. Februar. Mars hat nach einer Umwandlung der Erde etwas mehr als die Hälfte seiner Bahn zurückgelegt und wird sie erst vollendet haben, wenn die Erde 322 Tage voraus, d. h. zum zweytenmale auf den 18. November gekommen ist und so weiter für die übrigen Planeten. Die Erde muß beynahe 12 Umläufe gegen einen von Jupiter und beynahe $29\frac{1}{2}$ gegen einen von Saturn zurücklegen. Die Einrichtung des Räderwerks ist so, daß man nach vielen Umläufen eines jeden Planeten keine merkliche Verschiedenheit ihres wahren Laufs wahrnehmen kann. Man begreift auch leicht, daß, wenn die Kurbel mit einem Uhrwerke verbunden und so eingerichtet wäre, daß die Erde in einem Jahre einen Umlauf vollbrächte, alle andere Planeten ihren wahren Umlaufszeiten gemäß fortgehen würden.

Diese Abbildung ist in Rücksicht der Umlaufszeiten vollkommen richtig, ich sage Abbildung, denn keine Maschine, welche es auch seyn mag, kann mehr liefern als ein Bild von dem, was Statt findet, und dient nicht zum Beweise, daß es so ist. Wenn diese Abbildung in jeder Rücksicht bestimmt und

richtig seyn sollte, so müßten sich die Planeten in ihren verhältnißmäßigen Entfernungen zu einander befinden und in proportionirter Gröfse abgebildet seyn. Allein eine auch nur oberflächliche Ansicht des Gegenstandes wird lehren, daß dieses Alles zugleich auf einer und derselben Maschine unmöglich ist.

Die Sternkundigen haben nämlich aus Beobachtungen bewiesen, daß, wenn man den Abstand der Erde zur Sonne auf 10 Theile setzt, der Abstand des Mercur bey nahe 4 solcher Theile beträgt, der der Venus etwas mehr als 7, des Mars 15, des Jupiter 52, des Saturns 95, des Uranus 191. Wenn man nun den Abstand des Mercur zur Sonne auf einen Zoll annimmt, so würde der der Venus $1\frac{3}{4}$, der Erde $2\frac{1}{2}$, des Mars $3\frac{3}{4}$, des Jupiter 15, des Saturns $23\frac{3}{4}$, des Uranus $47\frac{1}{2}$ Zoll betragen. Der Abstand des Saturn ist so groß, daß derselbe nicht gut mit den andern auf eine Maschine gebracht werden kann; auch ist er, so viel mir bekannt, auf keinem Kunstwerk in seinem wahren Abstände zu finden. Die übrigen Planeten sind es auf verschiedenen, und um eine deutliche Vorstellung davon zu geben, hat man hier die Planeten bis auf Mars inclusive in proportionirten Abstand gebracht. Jupiter und Saturn würden sich zu sehr entfernen, und dieses gilt noch mehr für Uranus, der aus diesem Grunde ganz weggelassen worden ist.

Was die Gröfse der Planeten betrifft, so weiß man, daß es Kugeln sind, deren Durchmesser auf folgende Art bestimmt sind.

Wenn der Durchmesser der Erde zur Einheit angenommen wird, so ist der Durchmesser der Sonne 113, der des Uranus $4\frac{3}{10}$, des Saturns 10, des Jupiters 11, woraus folgt, daß der Sonnenkörper beynahe eine Million viermal hundert tausend Mal größer ist, als der Körper unserer Erde, Uranus achtzig, Saturn tausend, Jupiter dreyzehntausendmal. Der Durchmesser der Venus ist nur $\frac{3}{100}$ kleiner als der der Erde, und darum ist der Körper der Venus nur $\frac{1}{5}$ kleiner als unsere Erde. Der Durchmesser des Merkurs beträgt $\frac{4}{10}$, des Mars $\frac{2}{3}$, des Mondes etwas mehr als $\frac{1}{4}$ von dem Erddurchmesser, so daß die Körper des Mercur, des Mars und des Mondes $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{9}$ Theile des Erdkörpers betragen. Wenn man folglich den Erddurchmesser auf einem Planetarium einer Linie groß, d. h. $\frac{1}{2}$ eines Zolles annähme, so würde der Durchmesser der Sonne neun Zoll, der des Jupiters 11 Linien, der des Saturns 10 Linien betragen müssen, indessen die des Mercur und des Mondes kaum sichtbar seyn würden. Außerdem würde man auch den eigentlichen Zweck, sich eine deutliche Vorstellung der Gegenstände zu bilden, verfehlen. Am besten wird man thun, so wie hier wirklich geschehen ist, daß man den Durchmesser der Tafel, welche das Grundstück der ganzen Maschine bildet, zum Durchmesser der Sonne annimmt, und darauf, so wie Noll et auf seinem Planetarium, durch Zirkel die Oberfläche der Planeten andeutet, so daß, wenn ein Beobachter die Sonne und alle Plane-

ten aus demselben Abstände betrachten könnte und er dann die Sonnenscheibe so groß als diese Tafel sähe, die übrigen Planeten ihm dann so erscheinen würden, als sie hier auf der Tafel abgebildet sind. Hieraus erhellt, wie unbeträchtlich die Erde in Vergleichung mit Jupiter, Saturn und Uranus ist.

Es würde also durchaus unmöglich seyn, den Abstand der Planeten von der Sonne und ihre proportionirte Größe zugleich auf einem Planetarium vorzustellen. Wenn, wie gesagt, der halbe Erddurchmesser nur auf eine Linie gesetzt wird, welches sehr wenig ist, so würde der Durchmesser der Sonne auf 9 Zoll zu stehen kommen; Beobachtungen aber haben gelehrt, daß der Abstand der Erde von der Sonne 107 halbe Sonnendurchmesser beträgt, folglich würde dieser große Abstand 80 Fuß ausmachen, der Abstand von Saturn würde beynahe 800, der von Uranus 1600 betragen, also ungefähr den Raum einnehmen von *Felix meritis* (ein Gebäude in Amsterdam, das mehrern Collegien der Künste und Wissenschaften zum Versammlungsorte dient) bis zum Westermarkt, eine Ausdehnung, welche so groß wäre, daß nicht allein kein Gebäude eine solche Maschine würde fassen können, sondern daß auch, wenn es ein dergleichen Gebäude gäbe, die Ausdehnung des Ganzen und die Kleinheit vieler Theile beynahe nichts würde unterscheiden lassen.

Man kann also alle Theile unsers Planetensystems nicht zugleich in ihrer wahren Proportion darstellen, und will man sich einen deutlichen Begriff von die-

sen Gegenständen machen, so muß man dieselben Stück für Stück betrachten.

Bey einer größern Aufmerksamkeit auf den verhältnißmäßigen Abstand der Planeten wird man bald bemerken, daß die Entfernungen bis auf Mars fast in gleicher Proportion steigen, 4, 7, 10, 15; allein zwischen Mars und Jupiter findet sich eine erstaunende Lücke, nämlich von 15 auf 52. Dieser beträchtliche, zu den vorhergehenden unverhältnißmäßige Raum hat schon längst Vielen zu der Vermuthung Anlaß gegeben, ob es vielleicht nicht einen oder mehrere Planeten zwischen Mars und Jupiter geben möchte, welche man bis jetzt nicht gesehen oder vielmehr nicht von Fixsternen unterschieden hätte. Diese Vermuthung hat sich auch bestätigt, da man vor Kurzem zwey Planeten zwischen Mars und Jupiter entdeckt hat, die *Ceres*, welche auch wohl nach ihrem berühmten Entdecker *Piazzi* genannt wird, und die *Pallas* oder *Olbers*, weil dieser Astronom diesen Planeten zuerst bemerkte. Der erstere Planet scheint seinen Umlauf in 1680, der Andere in 1702 Tagen zu vollenden, soviel solches bis jetzt hat können beobachtet werden, d. h. der Eine in 4 Jahren und 220 Tagen, der Andere in 4 Jahren und 242 Tagen. Der Abstand derselben von der Sonne, wenn man den der Erde zu 10 annimmt, beträgt $27\frac{1}{2}$ und beynahe 28. Ueber mehrere Besonderheiten wird bald näher gehandelt werden, hier nur so viel, daß diese beiden Planeten sehr kleine Kugeln sind. Wenn nun Mangel an verhältnißmäßi-

gem Zunehmen des Abstandes ein hinlänglicher Grund seyn kann, so sind analogisch noch andere unbekannte Planeten zu vermuthen, und es ist nicht zu kühn zu glauben, daß zwischen Jupiter und Saturn sich vielleicht auch noch Planeten befinden.

Die Art und Weise, wie sich die Planeten bewegen, verdient vorzügliche Aufmerksamkeit und was darauf Beziehung hat, muß daher Stück für Stück auf diesem Werkzeuge gezeigt werden.

I. Die Planeten bewegen sich nicht in Zirkeln, und die Sonne steht nicht im Mittelpuncte ihrer Bahnen. Dieses erhellt aus unmittelbaren Beobachtungen. Es wird hinlänglich seyn, in Rücksicht der Laufbahnen der Erde und des Mondes anzuzeigen, daß wir den Durchmesser der Sonne und des Mondes nicht immer gleich groß sehen, sondern daß derselbe bald kleiner erscheint, bald wieder zunimmt, bis er am größten wird. Der Durchmesser der Sonne verändert sich von $52', 39''$ bis $31', 34''$, der des Mondes von $33', 32''$ bis $29', 28''$. Jedermann weiß nun, daß unter gleichen Umständen ein Gegenstand sich kleiner oder größer unserm Gesichte darstellt, je nachdem wir weiter davon entfernt oder näher dabey sind, und umgekehrt, so daß man aus der Verschiedenheit dieser scheinbaren GröÙe auf die Verschiedenheit des Abstandes schließen kann. Wahrnehmungen lehren übrigens noch, daß der Abstand der Planeten so zu- und abnimmt, daß die krumme Linie, welche sie beschreiben, eine Ellipse bildet, d. h. die verschiedenen Plätze, wo sich die Plane-

ten nach und nach auf ihren Laufbahnen befinden, liegen in der Peripherie einer Ellipse und in einem ihrer Brennpuncte (*focus*) steht die Sonne. Man verdankt diese Entdeckung Keplern, und Newton hat nach ihm aus der Schwerkraft gezeigt, daß dieses Gesetz nothwendig Statt finden muß.

Um nun die elliptische Bewegung kennen zu lernen, setzt man an die Stelle des Planeten das Stück *Z* (s. Tafel I, Fig. II). Dieses besteht aus einem kleinen Planetball, der sich auf dem Arme, welcher ihn trägt, vor- und rückwärts bewegen kann. Soll sich der Ball rückwärts bewegen, so ist einige Kraft nöthig, um die Feder, welche sich schlängelnd um den Arm windet, einzuziehen; sobald aber die Kraft nachläßt, so stößt die Feder den Ball wieder vor sich hin. Man steckt hierauf ein elfenbeinern Röllchen *B* in ein Loch, welches auf der Tafel in einiger Entfernung von den Röhren gemacht ist, stellt dann den Arm des Planetballs auf die Röhre und schlägt eine dazu eingerichtete Schnur um das erwähnte Röllchen und um das Röllchen, welches unter dem Planeten befestigt ist. Stellt man endlich Alles auf eine solche Art, dass die Feder sich so weit ausdehnt, als die Schnur es zuläßt, so ist der Planet so viel als möglich von der Sonne entfernt, oder mit einem astronomischen Ausdrucke, er ist in seinem entferntesten Puncte (*Aphelium*). Man nehme an, daß der Planet sich alsdann in dem neunten Grade des Krebses (*cancer*) befinde. Wenn man nun

die Kurbel drehet, so geht der Planet fort, allein die Feder wird je länger je mehr gespannt, der Planet kommt folglich nach und nach näher zur Sonne und wenn er gerade dem entferntesten Puncte (*Aphelium*) gegenüber steht, d. h. wenn er sich im neunten Grade des Steinbocks (*capricornus*) befindet, so ist die Feder soviel als möglich gespannt, und der Planet steht am nächsten bey der Sonne oder, astronomisch ausgedrückt, in dem nächsten Puncte (*Perihelium*). Geht er weiter, so entspannt sich die Feder und der Planet entfernt sich je länger je mehr von der Sonne, bis er wieder in den entferntesten Punct kommt.

Dieses ist in der That eine richtige Abbildung von dem, was Statt findet, und die krumme Linie, welche dann beschrieben wird, ist eine wahre Ellipse. Wenn man (s. Fig. 1.) zwey Puncte hat, *Z* und *B*, um welche eine Schnur *ZPB* geschlagen wird, und man das Stiftchen *P* in der Schnur von *B* durch *B* nach *V* und sofort nach *d* und *N* bewegt, so beschreibt er die krumme Linie *NDPVdN*, welche die Mathematiker Ellipse nennen und mehrere merkwürdige Eigenschaften darbietet. Die Planeten nun beschreiben, gemachten Beobachtungen gemäß, solche Ellipsen.

Die beyden Puncte *Z* und *B* werden Brennpuncte (*focus*) genannt, die Sonne *Z* steht in einem der Brennpuncte von allen den Ellipsen, welche die Planeten um sie beschreiben. Die gerade Linie *NZVB*, die durch die beyden Brennpuncte *Z*

B

und *B* geht und sich mit dem entferntesten und nächsten Punkte vereinigt, wird die große Achse der Ellipse genannt. Wenn man diese in zwey gleiche Theile *MC* und *VC* schneidet, so ist *C* der Mittelpunkt der krummen Linie und die senkrechte Linie *DCd* auf der großen Achse *VN* heißt dann die kleine Achse. Der Abstand *CZ* von dem Brennpunkte *C*, wo die Sonne steht, bis zum Mittelpunkte *C* wird die Excentricität der Laufbahn genannt. Es erhellt ferner, dass, je nachdem *CZ* oder die Excentricität größer ist, die Ellipse länglichter wird, dass sie aber im Gegentheil runder ist, je nachdem *CZ* kleiner wird, und dass sich endlich die Ellipsen in Zirkel verwandeln würden, wenn *Z* und folglich auch *B* auf *C* fiel. Um dieses durch die Maschine anschaulich zu machen, befinden sich auf dem Grundstück verschiedene Löcher für das Röllchen *B*. Die Ellipse ist mehr oder weniger länglicht oder excentrisch, je nachdem die Löcher, worein das Röllchen gesteckt wird, entfernter oder näher bey der Sonne sind.

Mehrere Beobachtungen lehren, dass die Planeten Ellipsen von wenig Excentricität beschreiben. Die Excentricität der Laufbahn des Mercur ist eine der größten, nämlich $\frac{2}{10}$ von ihrer halben großen Achse, die des neuen Planeten, des Olbers oder der Pallas, ist die größte und beträgt $\frac{1}{4}$, die der Erde $\frac{2}{100}$, die des Mars beynahe $\frac{1}{10}$.

Aus dieser elliptischen Bewegung folgt, dass die Planeten, und folglich auch die Erde, so wie dem

Scheine nach die Sonne, sich nicht mit gleicher Schnelligkeit bewegen; schneller, je nachdem sie näher zum nächsten Punct (*Perihelium*) kommen, da am schnellsten und dann wieder langsamer, je nachdem sie sich von dem nächsten Puncte entfernen und dem entferntesten (*Aphelium*) sich nähern, wo die Schnelligkeit am geringsten ist.

Weil nun der Abstand der Planeten in dem umgekehrten Verhältnisse zu deren Schnelligkeit steht, so haben die Astronomen unter einander Alles auf mittlern Abstand (Weite) und auf mittlere Bewegung zurückgeführt. Man nehme an, daß man aus dem Brennpuncte Z , wo die Sonne ist, mit einem Radius ZM , welcher die mittlere Proportion zwischen der großen und kleinen Achse, oder zwischen NC und DC hält, einen Zirkel $MEHI$ beschreibe, so wird dieser die Ellipse in zwey für immer bestimmten Puncten M und H durchschneiden. Die Mathematik aber beweiset, daß, wenn sich ein Körper in der Peripherie eines Zirkels stets mit derselben Schnelligkeit bewegt, welche der Planet auf dem Puncte M in seiner elliptischen Laufbahn hat, er alsdann die Peripherie des Zirkels in derselben Zeit durchlaufen würde, so wie der Planet die Peripherie der Ellipse. Darum nennt man ZM den mittleren Abstand, so wie mittlere Bewegung diejenige, welche der Planet auf dem Puncte M hat. Dieser Punct M fällt sehr nahe bey D und d der kleinen Achse und ist daher etwas weniger als 90° von dem nächsten Puncte entfernt.

Da die Schnelligkeit in einem Zirkel stets dieselbe bleibt, so kann man, wenn man die Umlaufszeit weiß, sehr leicht Tabellen von dem jedesmaligen Stande des Planeten entwerfen, wenn man nur zum ersten Male bestimmt weiß, wo er sich zu einer bestimmten Zeit befunden habe, und dieses ist immer durch! Beobachtungen bekannt. Wenn ich z. B. weiß, daß die Sonne dem Scheine nach in 365 Tagen, 5 Stunden 48' und 48" ihre ganze Bahn durchläuft, so schliesse ich durch eine einfache Berechnung nach der Regel de tri, daß sie in einem Monat von 31 Tagen $30^{\circ} 33' 18''$ durchlaufen muß, in 6 Tagen $5^{\circ} 54' 50''$, in 4 Stunden $9' 51''$ etc. folglich in einem Monat (von 31 Tagen) 6 Tage und 4 Stunden $36^{\circ} 37' 59''$. Wenn ich nun ferner weiß, daß zufolge der mittleren Bewegung die Sonne am 1. Januar 1802 des Mittags auf dem 9. Zeichen, $9^{\circ} 25' 21''$ war, so werde ich nach meinen Prämissen wissen, daß sie am 6. Februar des Nachmittags 4 Uhr $36^{\circ} 37' 59''$ vorwärts stehn muß und folglich auf dem 10. Zeichen, $16^{\circ} 3' 20''$.

In der Astronomie berechnet man gewöhnlich alle Bewegungen von dem e n t f e r n t e s t e n P u n c t e (*Aphelium*) ab, und nennt den Abstand, in welchem sich der Planet von demselben befindet, Anomalie. Mittlere Anomalie würde seyn, wenn die Zirkelbewegung Statt fände, und wahre Anomalie ist die wirkliche Bewegung der Planeten in einer Ellipse.

Man nehme an, daß der supponirte mittlere Pla-

net in seiner mittlern Schnelligkeit auf seinem Zirkel und der wahre Planet auf seiner elliptischen Laufbahn aus einem und demselben Punkte fortgehen, so wird, weil die Schnelligkeit des wahren Planeten daselbst kleiner ist, als die des mittlern, jener täglich nicht soviel auf seiner Laufbahn zurücklegen, als dieser, d. h. die wahre Anomalie ist kleiner als die mittlere; allein sobald der Planet an den Platz gekommen ist, wo die Schnelligkeit auf der Laufbahn der mittlern gleich ist, so wird die Schnelligkeit des wahren Planeten die des mittlern je länger, je mehr übertreffen, der wahre Planet wird sich dann dem mittlern nach und nach nähern und denselben einholen, wenn er zum nächsten Punkte (*Perihelium*) gekommen seyn wird. Dann haben sie beyde eine halbe Laufbahn, von der Achse an gerechnet, durchlaufen, d. h. in dem nächsten Punkte werden die wahre und mittlere Anomalie gleich seyn. Die Schnelligkeit ist da am größten, und deswegen wird der wahre Planet dem mittlern vorbeyleiten, und also die wahre Anomalie größer seyn, als die mittlere. Allein da der Planet sich je länger, je mehr dem entferntesten Punkte nähert, so vermindert sich nach und nach die Geschwindigkeit, und da, wo sie der mittlern gleich wird, fängt sie an geringer zu werden, als diese; die Verschiedenheit zwischen wahrer und mittlerer Anomalie wird täglich weniger, der mittlere Planet holt endlich den wahren ein, wenn dieser, nachdem er die ganze Laufbahn vollbracht hat, wieder in den entferntesten

Punct kommt. Dieses ist der Grund, warum wahre und mittlere Anomalie gleich sind.

Die wahre Anomalie, oder der wahre Stand des Planeten von dem entferntesten Puncte an gerechnet, ist stets von der mittlern verschieden, ausgenommen in dem entferntesten und nächsten Puncte (*Aphelium* und *Perihelium*). Der Unterschied der beyden Anomalien heisst *Verebenung* oder *Gleichung der Laufbahn* (*Aequatio centri*), weil er angibt, wie viel man von der mittlern abziehn oder hinzufügen muß, um diese zur wahren zurückzubringen, d. h. sie gleich zu machen. Ist die Ellipse gegeben (sie ist aber durch Beobachtungen für alle Planeten bekannt, weil der verschiedene Abstand des entferntesten und nächsten Punctes es ist, und folglich auch die groſse Achse mit ihrer Excentricität), so ist es ein Vorwurf der Mathematik, diese Gleichung der Bahn zu bestimmen. Man hat auch astronomische Tabellen für alle Planeten, mit deren Hülfe man für jeden Augenblick aus dem Platze, wo ein mittlerer Planet auf seiner einförmigen Laufbahn sich befinden müſte, den wahren folgern kann. In dem angeführten Beyspiele ist der mittlere Platz der Sonne am 6. Januar 1802, 10. Z. $16^{\circ} 3' 20''$, ich finde, daß die *Aequatio centri* ist $1^{\circ} 9' 54''$, der wahre Platz wird also seyn, indem man das letzte hinzufügt, 10. Z. $17^{\circ} 13' 14''$.

Man muß hierzu zweyerley wissen: 1) durch Beobachtungen den Ort, wo sich der Planet in einem bestimmten Augenblicke wirklich befunden hat.

Dieses nennt man Zeitpuncte (*époques*), woraus man nach der bekannten Umlaufszeit weiß, wo sich der Planet seinem mittlern Laufe gemäß nach Verlauf von Jahren, Monaten, Tagen etc. befinden muß.

2) Den Platz, wo der entfernteste Punkt liegt. Dieser ist durch Wahrnehmungen bekannt, z. B. der der Erde fällt auf den $9^{\circ} 31' 7''$ des Krebses (*cancer*). Die Sonne stand in dem oben angeführten Beyspiele am 6. Februar in

10. Z. $17^{\circ} 15' 14''$.

der Platz vom Aphelium ist 3. $9^{\circ} 31' 7''$.

die wahre Anomalie oder der Ab-

stand der Sonne vom Aphelium 7. Z. $7^{\circ} 42' 7''$.

Man hat bemerkt, daß das *Aphelium* eines jeden Planeten nicht immer dasselbe bleibt, sondern eine langsame Bewegung vorwärts macht, welche in Rücksicht der Erde nur eine Minute und 2 bis $3''$ jährlich beträgt. Was in Rücksicht des Mondes Statt findet, davon wird in der Folge gehandelt werden. Soviel über die elliptische Bewegung.

II. Die Planeten bewegen sich nicht auf der Fläche der *Ecliptic* d. h. auf der Fläche, auf welcher die Erde ihren Lauf vollbringt; sie bewegen sich vielmehr in Flächen, die auf verschiedene Art auf die erstere sich neigen, woher es kommt, daß sie bald über die *Ecliptic* sich erheben, bald unter dieselbe hinabsinken und sich in jedem Umlaufe nur zweymal darauf befinden, auf den zwey Plätzen nämlich, wo ihre Fläche die der *Ecliptic* durchschneidet.

Um dieses zu zeigen gebraucht man den Apparat, welcher eigentlich für die Bewegung des Mondes eingerichtet und auf der zweyten Kupfertafel abgebildet ist. Man stellt die Sonne in die Mitte. Der oberste Ring ist auf zwey Spindeln beweglich, und kann daher mit der Tafel parallel gesetzt werden, oder auch so, daß er sich gegen dieselbe neige. In dem ersten Fall bildet der Ring die Fläche der Ecliptic selbst; läßt man aber den Ring sich neigen, so stellt er die Fläche einiger Planeten dar. Die beyden Spindeln sind die Puncte, wo die Planetenfläche die Ecliptic schneidet, und diese werden Knoten (*nodi*) genannt. Wenn man nun das elfenbeinerne Planetenbällchen aus einem der Knoten sich längs dem Ringe hin bewegen läßt, so sieht man, daß es in die Höhe steigt, bis es am höchsten gekommen ist, nachdem es den vierten Theil seiner Laufbahn oder 90° durchlaufen hat. Dann fängt es wieder an zu sinken, bleibt aber dennoch über der Fläche der Ecliptic, bis es nach Vollbringung seiner halben Laufbahn auf den zweyten Knoten, den man den niedersteigenden oder fallenden (*nodus descendens*) nennt, gekommen ist; dann sinkt es unter die Ecliptic bis es $\frac{3}{4}$ seiner Bahn zurückgelegt hat, und auf der größten Entfernung unter der Ecliptic sich befindet; nun beginnt es wieder zu steigen, bleibt aber unter der Ecliptic bis zur Rückkehr zum ersten Knoten, wo es sich wieder über die Ecliptic erhebt, und aus diesem Grunde wird dieser Knoten

der aufsteigende (*nodus ascendens*) genannt. Um wie viel der Planet über oder unter der Ecliptic sich befindet, wird durch Grade ausgedrückt, und der Abstand der Planeten über oder unter der Ecliptic heisst Breite; nördliche Breite, wenn der Planet über, südliche, wenn er unter der Ecliptic ist.

Die Plätze der Knoten sind gleichfalls durch Beobachtungen bekannt; man bemerkt aber an denselben eine langsame zurückgehende Bewegung, höchstens von einer Minute jährlich, eine Bewegung, deren Ursache ebenfalls bekannt ist. Für den Mond ist diese Bewegung sehr schnell, so wie in der Folge erhellen wird.

Die Planetenbahnen im Allgemeinen neigen sich sehr wenig auf die Ecliptic, die des Mercur am meisten, mit einem Winkel von 7° , die der Venus am wenigsten, nämlich $46' 12''$ so dafs man alle Neigungen zusammen in einer Summe von 8° über und 8° unter der Ecliptic, d. h. in einem Bande von 16° begreift. Dieser heisst der Thierkreis (*Zodiacus*), weil darin diejenigen Sterngruppen begriffen sind, welche, so wie oben gesagt, zu Zeichen dienen, und wovon die meisten aus Abbildungen von Thieren bestehn.

Mercur, Venus, die Erde, der Mond, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus, alle diese Körper bewegen sich in einem sehr engen Raume, indem sie, durch Zufall geworfen, unter allerley Neigungen die Bahn der Erde hätten durchschneiden

können. Die Wahrscheinlichkeit, daß acht Körper, durch Zufall und ohne Absicht geworfen, in ihren Bewegungen in einem so engen Bande bleiben und nicht den ganzen Raum in sehr verschiedenen Richtungen durchkreuzen, ist so erstaunend gering, daß man sie für eine moralische Unmöglichkeit halten kann. Alles, was ist, und nicht durch Zufall besteht, muß durch eine verständige Ursache, und folglich auch mit Zweck geordnet seyn. Regelmäßigkeit setzt zwar Weisheit voraus, allein nicht Alles, was uns regelmäßig scheint, ist es in der That. Auch liegt wenig Gewicht in dem Beweise, nach welchem man daraus, weil sich die acht erwähnten Planeten in einem Bande von 16° bewegen, zur Weisheit des Schöpfers sich zu erheben sucht; denn außer Cometen oder Schwanzsternen, welche als zu unserm Sonnensystem gehörig, den Raum nach allen Richtungen durchkreuzen, außer daß sechs der sieben Satelliten des Saturn sich auf der Fläche des Kreises mit einer Neigung von 31° auf die Ecliptic bewegen, daß die Satelliten des Uranus beynahe senkrecht ihre Umläufe um den Hauptplanet vollbringen, außer diesem, sage ich, hat man neuerlich entdeckt, daß der Planet Ceres oder Piazzi eine Neigung hat, welche außerhalb dem Thierkreise fällt, eine Neigung nämlich von $10^{\circ} 37'$, und was noch mehr ist, daß der Planet Pallas oder Olbers sich mit einer Neigung von $34^{\circ} 51'$ bewegt. Und dennoch kann man diesem Körper den Namen Planet nicht versagen,

wenn man durch Planet einen Körper versteht, der sich um die Sonne in bestimmten Zeiten und nach bekannten Gesetzen bewegt, ohne die Erscheinungen zu zeigen, wodurch sich Cometen unterscheiden. Herschel nennt beyde Planeten Asteroides, d. h. sternartige Körper, so wie Sphaeroides einen kugelartigen Körper anzeigt. Aus der grossen Abweichung des neuerlich entdeckten Planeten Pallas muß man vielmehr die Folge ziehn, daß es immer gefährlich und wenig consequent sey, allgemeine Regeln aus einigen wenigen Beobachtungen herzuleiten, wenn man nicht durch wissenschaftliche Gründe dazu berechtigt ist.

III. Bis jetzt haben wir die Bewegung der Planeten als abgesondert betrachtet; allein wir Bewohner der Erde sehen sie aus einem Körper, der gleichfalls in Bewegung ist. Wir gleichen in diesem Falle Schiffenden, welche andern Schiffen begegnen, und in deren Hinsicht eine gegenseitige Bewegung haben, woher es kommt, daß die Bewegungen der Schiffe dem Auge anders erscheinen, als sie wirklich sind. Dieses soll nun erklärt und durch unsere Maschine deutlich gemacht werden. Ich wiederhole aber hier wieder die schon im Anfange gemachte Anmerkung, daß man nämlich dasjenige, was die Maschine nur vorstellt und nicht beweist, von demjenigen wohl unterscheiden muß, was aus der Darstellung als a priori gefolgert werden kann, ohne auf Wahrnehmungen Rücksicht zu nehmen.

Auf der Maschine sind die Umlaufszeiten, die Ordnung und der proportionirte Abstand nach Wahrheit vorgestellt. Das Werkzeug muß uns nun die Erscheinungen, wovon wir jetzt sprechen, kenntlich machen, und da es nun gerade diejenigen sind, welche in der That am Himmel Statt finden, so gewährt diese Uebereinkunft eine Bestätigung, und wenn man will, einen Beweis von der Wahrheit des Copernicanischen Systems, daß nämlich die Sonne in dessen Mitte steht, und daß die Erde, so wie die andern Planeten, sich um dieselbe in den gegebenen Zeiten und in dem verhältnißmäßigen Abstände bewegen. Dieses wird durch die Maschine nicht bewiesen, sondern nur abgebildet. Das System ist außerdem durch unmittelbare Gründe bewiesen.

Wenn sich ein Beobachter in der Sonne, um welche sich alle Planeten bewegen, befände, so würde er die Bewegungen so sehen, wie sie sind. Er reducirt sie auf eine Fläche und fängt an, aus einem bestimmten Punkte zu berechnen. Um dieses zu zeigen, stelle man irgend einen Planeten, z. B. Mars, auf seinen Platz. Dann nehme man aus dem Kistchen den Kupferdrath, der mit zwey Stiftchen versehen ist, und stecke eines davon in die kleine Oeffnung über dem Mars, und das andere in das vergoldete Sonnenkugelchen. Man bringe nun den Planet in *Aries*. Der Kupferdrath ist der Lichtstrahl, dem zufolge der als auf der Sonne befindlich angenommene Beobachter den Planet sieht, welchen er dann in die Zeichen bringt, welche der Strahl an-

weist. Nimmt man nun an, daß er, so wie unsere Astronomen, alle Bewegungen von dem Anfange des Zeichens *Aries* (Widder) und von der Fläche der *Ecliptic* herleitet, so sieht er, so wie wir, wenn wir die Kurbel drehen und folglich den Planeten in Bewegung bringen, indem wir unser Auge längs dem Kupferdrath hinrichten: 1) daß der Planet sich längs der *Ecliptic* fortbewegt, und sich vom *Aries* entfernt. Die Entfernung vom *Aries* nennt er *Länge*. Er sieht folglich den Planet zuerst im *Aries*, dann im *Taurus*, dann in *Gemini* etc. und er wird die *Länge* d. h. die Entfernung der Planeten vom *Aries* in Beziehung auf die *Ecliptic* nach Zeichen, Graden und Minuten berechnen. Die *Länge*, welche er wahrnimmt, ist die wahre *Länge*, und wird *heliocentrische Länge* genannt, weil sie aus der Sonne, als dem Mittelpuncte, gesehen wird. Er sieht 2) daß sich die Planeten bald mehr, bald weniger über die *Ecliptic* erheben, oder unter dieselbe sinken, oder endlich sich auf derselben befinden, d. h. er nimmt die *Breite* wahr, welche in der That Statt findet, und welche die *heliocentrische Breite* heißt, weil sie aus der Sonne als dem Mittelpuncte wahrgenommen wird.

Allein wir Erdbewohner sehen die Bewegung der himmlischen Körper von der Erde aus, und daher kommt es, daß wir sie beynahe immer auf Puncte sehen, wo sie nicht sind. Wir treffen auch in den Bewegungen derselben Erscheinungen an, die bloß darum Statt finden, weil wir selbst in Bewegung sind.

Wenn wir aus unserm Auge eine Linie nach dem Planeten, den wir beobachten, ziehen, so werden wir ihn auf dem Punkte des Thierkreises sehen, welcher durch die Linie angewiesen wird; diese Richtung ist jedesmal von derjenigen Linie, welche aus der Sonne nach dem Planeten gezogen ist, verschieden, es sey denn, daß Sonne, Erde und Planet sich in einer geraden Linie befinden.

Um dieses durch das *Planetarium* zu beweisen, nehme man z. B. die Erde und den Mercur; man stecke sie auf ihre Röhren und richte sie nach Belieben, nur nicht in einer Linie mit der Sonne. Nun stecke man in das kleine Loch, womit die Planetbällchen versehen sind, den dazu eingerichteten kupfernen Drath, welcher einen Lichtstrahl aus der Erde nach dem Planeten vorstellt. Der Strahl zeige auf dem Thierkreise z. B. den 15° im *Taurus*. Wenn nun der Rand in Rücksicht der Erde gehörig gestellt wäre, so würde man sagen, daß man den Planeten im *Taurus* sähe, und folglich würde seine Länge von der Erde aus, d. h. mit einem astronomischen Ausdrucke, seine geocentrische Länge i. Z. 15° betragen; allein wenn man den Planeten aus der Sonne sähe, würde man denselben, dem Lichtstrahle aus der Sonne gemäß, in dem ersten Grade des *Aries* (Widder) sehen.

Ich sage, wenn der Rand in Rücksicht der Erde gehörig gestellt wäre; allein das ist er nicht und kann es nicht seyn. Dieser Rand des Zirkels hat ja nicht die Erde, sondern die Sonne

zum Mittelpuncte und der Abstand zwischen Sonne und Erde ist auf allen Maschinen dieser Art zu groß in Rücksicht des Radius von dem Zirkel, als daß die Grade auf demselben könnten angegeben werden, als Grade von einem Zirkel, welcher die Erde zum Mittelpuncte hat. In der Natur ist es anders. Da ist der Abstand zwischen Erde und Sonne so klein in Rücksicht des Abstandes der am wenigsten entfernten Fixsterne, daß der Zirkel, welcher die Erde zum Mittelpuncte hat, nicht verschieden ist von dem, welcher die Sonne zum Mittelpuncte hat. Um nun diesen Mangel auf dergleichen Werkzeugen zu verbessern, müssen wir die Grade, welche der Lichtstrahl von der Erde aus nach dem Planeten gezogen, anweist, auf solche zurückbringen, welche ein Strahl in einem Zirkel, wovon die Erde der Mittelpunct wäre, anzeigen würde. Dieses geschieht, wenn man aus der Sonne eine Linie parallel mit dem erwähnten Lichtstrahle zieht, und den Grad nimmt, welchen sie auf dem Rande anzeigt.

Es sey (Fig. 2) *WKR* der Zirkel, wovon die Sonne *Z* und *wkr* der andere Zirkel, wovon die Erde *A* der Mittelpunct ist. Die Linie *wR* geht durch beyder Mittelpuncte, *R* und *w* zeigen auf dem Zirkel, dessen Mittelpunct die Sonne ist, *Aries* und *Libra* (Widder und Wagschale) an; dessen *r* und *w* zeigen dasselbe auf dem Zirkel, dessen Mittelpunct die Erde ist. Wenn ich aus *A* den Planet in *i* sehe auf dem erstern Zirkel, so sehe ich ihn unter dem Winkel *iAR* und *K* ist sein Platz auf dem Zirkel,

dessen Mittelpunkt die Erde ist, die der Bogen rk , oder der Winkel rAK ist die geocentrische Länge. Man ziehe ZK parallel mit Ai , so ist der Winkel KZR gleich dem Winkel KAr , oder Bogen RK gleich dem Bogen rk , folglich gibt der Punct K auf dem Zirkel, dessen Mittelpunkt die Sonne ist, die Stelle an, wo der Planet von der Erde aus gesehen, sich zu befinden scheint, d. i. die geocentrische Länge.

Um dieses auf der Maschine zu zeigen, nehme man ein Linial und richte dasselbe parallel mit dem Lichtstrahl. Man sieht, daß es mit dem 10° in *Gemini* (Zwillingen) überein kommt, woraus man nun weiß, daß die wahre geocentrische Länge, welche in dem 15° des *Taurus* zu seyn schien, in der That auf den 10° der *Gemini* fällt. Die geocentrische Länge ist also von der heliocentrischen verschieden. Wir sehen die Planeten nicht, wo sie, aus der Sonne gesehn, sich befinden, sondern da, wo unsere Lage in ihrer Rücksicht sie uns zeigt. Wenn ich nun die Kurbel bewege, und die Erde sowohl als den Planet fortgehen lasse, so ist es deutlich, daß der Planet allmählich auf verschiedene Stellen gebracht wird, und daß folglich der Unterschied zwischen geocentrischer und heliocentrischer Länge sich alle Augenblicke verändert.

Da der Planet ferner sich nicht in demselben Abstände von der Erde befindet, als von der Sonne, so wird auch der Winkel, welchen der Strahl aus

dem Planeten nach unserm Auge gezogen mit der Fläche der Ecliptic bildet, bald gröfser, bald kleiner seyn, als der Winkel, welchen der Strahl aus der Sonne nach dem Planeten gezogen mit derselben Fläche bilden würde, d. h. die geocentrische Breite wird von der heliocentrischen unterschieden seyn. Der Planet auf derselben Stelle seiner Laufbahn wird sogar nach dem jedesmaligen Stande der Erde in Rücksicht auf ihn verschiedene geocentrische Breite zu haben scheinen, z. B. wenn Mercur sich mit der Sonne in der untern Conjunction befindet, so ist sein Abstand gleich dem Abstände von der Erde zur Sonne minus des Abstands des Mercur zur Sonne, d. h. 10 weniger 4 oder 6; in seiner obern Conjunction hingegen ist sein Abstand gleich der Summe der beyden angeführten Abstände und folglich 14 und dieses ist mehr als doppelt. Aus diesem Grunde wird in dem letzten Falle seine geocentrische Breite nicht einmal die Hälfte von derjenigen ausmachen, welche man im erstern Falle wahrnimmt. Da nun der Lauf der Planeten bekannt ist, so ist es eine mathematische Aufgabe, aus der beobachteten geocentrischen Länge und Breite die heliocentrische zu berechnen.

IV. Wenn jemand die Bewegung der Planeten aus der Sonne beobachtete, so würde er, wie oben gesagt wurde, dieselben stets nach der Ordnung der Zeichen fortgehn sehn, und zwar regelmäfsig, ausgenommen die Veränderungen, welche aus der ellip-

tischen Form der Laufbahnen entstehn und worauf wir jetzt nicht Rücksicht nehmen. Von der Erde aus gesehen, haben die Planeten sehr unregelmäßige Bewegungen, welche aber nur scheinbar sind und sich darum so zeigen, weil sich die Erde nicht in dem Mittelpuncte der Laufbahn befindet, und überdem selbst in Bewegung ist. Bald scheinen die Planeten vorwärts, bald rückwärts zu gehen, und bald still zu stehen. Das Planetarium zeigt an, wie alle diese scheinbaren Unregelmäßigkeiten aus einer regelmäßigen Bewegung entspringen. Das Wie? soll nun erklärt werden.

Um dieses desto deutlicher vortragen zu können, werde ich erstens von den Planeten handeln, die sich zwischen der Sonne und der Erde befinden, nämlich vom *Mercur* und der *Venus*, und dann zu den übrigen übergehen, welche als oberste Planeten sich jenseit der Erde befinden.

Die dazu nöthigen Stücke bleiben die vorigen. Der Planet *Mercur* wird durch den Kupferdrath mit der Erde verbunden. Nun bringt man die Erde in *Aries*. Dann wird *Mercur* oder *Venus*, wenn man diese dazu gebraucht, (denn was von dem einen gesagt ist, gilt auch von dem andern) in einem der zwölf Zeichen stehn. Wenn *Mercur* in *Aries* steht, so steht er mit der Erde und der Sonne in einer geraden Linie, und man bringt ihn durch den Strahl (*V a* = Fig. 4) *d*) in *Libra*. *Mercur* ist dann

d) Die vierte Figur ist in Rücksicht des *Mercur* und der Erde in wahrer Proportion gezeichnet. Die Linien zeigen

in Conjunction oder Zusammenkunft mit der Sonne und an demjenigen Orte, welchen man die untere Conjunction nennt.

Wenn Mercur in *Libra* stände, so würde er auch in einer geraden Linie mit der Erde und der Sonne stehn, man würde ihn durch den Strahl ($\vee g \perp$) in *Libra* sehn, und dieses nennt man die obere Conjunction. In allen andern Fällen steht Mercur nicht in derselben Linie mit der Erde und der Sonne, und wo er auch stehen mag, so sieht man ihn von der Linie ($\vee Z \perp$), welche durch die Sonne geht, d. h. mit der Sonne (Z) selbst unter irgend einem Winkel (z. B. $Z \vee c$ oder $Z \vee l$) entfernt. Der Strahl aber, der von der Erde aus durch den Planeten geht, wird, weil der Planet sich in einer krummen Linie bewegt, auch durch einen Punct der krummen Linie gehn, und also höchstens Tangente seyn können. Z. B. wenn $\vee c$ eine solche für Mercur ist, wenn er ungefähr in *Gemini* und die Erde in *Aries* steht, so ist der Winkel am größten.

C 2

die Strahlen an, durch welche man den Planeten aus dem jedesmaligen Stande der Erde sieht. Auf dem grossen Zirkel weisen die Ziffern 1, 2, 3, 4, 5 etc. an, wo eine Linie durch die Sonne parallel mit dem Strahle, wodurch man den Planeten sieht, wenn die Erde in dem I, II, III, IV Z. etc. ist, fällt, und deswegen deuten sie die Stellen an, wohin man den Planeten, durch die gemeldeten Strahlen gesehen, am weiten Firmamente bringt. Dasselbe findet für die Buchstaben b, c, d , in Rücksicht der Strahlen pb, gc, rd auf dem grossen Zirkel Statt. Wenn man das Planetarium nicht hat, so kann man auf dieser Figur mit einem Parallellinial alle diese Bewegungen nachmachen.

Der Schenkel Zc oder der Strahl Zc , aus der Sonne nach dem Planeten gezogen, steht dann senkrecht auf dem Gesichtsstrahl. Man sieht dann den Planeten in seiner größten Entfernung (*digressio*) von der Sonne. Der Winkel läßt sich bequem berechnen; denn wenn ZV 100 ist, so ist Zc für Venus 72, für Mercur 38, woraus folgt, daß der Winkel cVZ für Venus $46^{\circ} 4'$, für Mercur $22^{\circ} 20'$ ist. Diese Winkel hängen vom Abstände des Planeten in Rücksicht der Erde ab, welches, da die Erde und der Planet sich in Ellipsen bewegen, nicht beständig derselbe ist. Man hat wahrgenommen, daß die Winkel bey der größten Entfernung von der Sonne für Venus zwischen $44^{\circ} 51'$ und $47^{\circ} 48'$ und für Mercur zwischen $17^{\circ} 36'$ und $28^{\circ} 20'$ fallen. Mercur ist dann immer sehr dicht bey der Sonne, und so dicht, daß man ihn nur kurz nach Sonnenuntergang oder kurz vor Sonnenaufgang sehen kann.

Man stelle Mercur nochmals in die untere Zusammenkunft und die Erde in *Aries*. Nun bringe man Mercur und die Erde in Bewegung, und weil jener seinen Lauf in beynahe drey Monaten vollbringt, so ist seine Schnelligkeit viermal so groß als die der Erde, folglich wird Mercur vier Zeichen durchlaufen, und die Erde eins, oder ein Zeichen, indessen die Erde $7\frac{1}{2}$ a 8° , oder $\frac{1}{4}$ eines Zeichens zurücklegt.

Nun drehe man die Kurbel langsam um und höre auf, wenn Mercur ein Zeichen zurückgelegt hat, oder in *b* sich befindet. Die Erde ist dann

in *p*, man sieht Mercur durch den Lichtstrahl *pb*. Wenn man seine Stelle auf dem eingetheilten Rande suchte, so würde man ihn ungefähr im 10° der *Virgo* antreffen. Wenn man aber den Planet dahin bringen will, wo man ihn in der That aus einem uermesslichen Abstände sehen würde, so richte man längs der Sonne ein Linial parallel mit dem Strahle, und dieser fällt in *b* auf den 22 oder 23° der *Virgo*. Darum scheint der Planet gegen die Ordnung der Zeichen zurückgegangen zu seyn. Nun drehe man die Kurbel wieder um, bis Mercur sich im zweiten Zeichen (in *c*) und folglich die Erde in der Hälfte des erstern sich befindet. Man bemerkt dann, daß der Strahl beynahe unverändert in seiner Neigung geblieben ist, und daher scheint der Planet in Rücksicht der Erde keine Bewegung gehabt zu haben, sondern stillstehend oder stationär gewesen zu seyn, und in der That, wenn man das Linial parallel mit dem Lichtstrahl richtet, so fällt es auf den 22 , oder 23° der *Virgo*.

Man bringe Mercur in das dritte Zeichen; man sieht ihn durch den Strahl (*rd*) und durch das Linial bringt man ihn in (*d*), ungefähr in den 27° der *Virgo*; der Planet fängt folglich an, vorwärts zu gehen.

Man bringe Mercur in das vierte Zeichen; die Erde steht dann in *Taurus*. Man bringt den Planet durch das Linial in (*e*), in den 12° von *Libra*; der Planet geht also, d. h. scheint vorwärts zu gehen.

Man bringe Mercur in das achte Zeichen, in (*i*), so wird die Erde in dem zweyten, in *Gemini* seyn; allein das zweyte Zeichen steht dem achten gegenüber, folglich sieht man Mercur da, wo er ist, und der Strahl (Π *Zi*) geht durch die Sonne, Mercur befindet sich in der obern Conjunction.

Man bringe Mercur vier Zeichen weiter, folglich in das zwölfte, so wird Mercur einen Umlauf vollbracht haben, und die Erde wird in dem dritten Zeichen stehn. Das Linial parallel mit dem Lichtstrahl ∞ *a* zeigt mir, dafs ich den Planet in den 25° des *Capricornus* (in 3) bringen mufs und dafs er vorwärts zu gehen scheint. Nun bringe man Mercur wieder vier Zeichen weiter, oder in das vierte Zeichen (in *e*), die Erde wird dann auch in dem vierten Zeichen seyn (Ω) und Mercur in der untern Conjunction mit der Sonne sich befinden. Der Planet ist wieder vorwärts gegangen, doch so wenig (nur 10°) dafs es klar ist, dafs er unterdessen rückwärts gegangen, oder stationär gewesen ist etc. Dieses findet allemal vor und nach der untern Conjunction Statt.

Geht man auf diese Art einen ganzen Umlauf der Erde fort, so wird man finden, dafs abwechselnd alle zwey Monate untere Conjunction oder Zusammenkunft Statt findet.

Wenn Mercur und Venus sich in der untern Conjunction befinden, so ist ihre erleuchtete Seite nach der Sonne und die finstere nach der Erde zugekehrt. Daraus folgt, dafs, wenn sie sich auf

der Ecliptic oder auf dem Sonnenwege bewegten, so würden sie in einer jeden untern Conjunction als ein dunkel Fleckchen vor der Sonne erscheinen. Man weiß aber, daß der Durchgang von Mercur, und besonders der von Venus sehr selten Statt findet, wovon die Ursache diese ist, daß die Planeten, wie gesagt, auf neigenden Flächen sich bewegen. Wenn denn ihre geocentrische Breite zur Zeit der untern Conjunction größer ist als der halbe Sonnendurchmesser zu seyn scheint, so werden sie entweder über oder unter der Sonnenscheibe vorbeysfallen und nicht auf ihr sichtbar seyn. Daß aber die geocentrische Breite dieser Planeten in dem Zeitpuncte der untern Conjunction so klein sey, kann nur selten vorfallen. Die einzelnen Durchgänge der Venus vor der Sonne, die man wahrgenommen hat, sind vorgefallen in den Jahren 1639, 1761 und 1769, und diese Erscheinung wird erst 1874 wieder vorfallen. Die letzten Durchgänge Merkurs haben Statt gefunden in den Jahren 1776, 1782, 1786, 1789, 1799, 1802, und man erwartet sie 1815, 1822, 1832, etc.

Dasjenige, was von den Planeten zwischen der Erde und der Sonne gesagt ist, gilt auch, wenn gleich mit einigen kleinen Veränderungen, für die Planeten, welche sich auf der andern Seite der Erde befinden. Man nehme z. B. Mars, bringe ihn an seine Stelle mit der Erde in eine Richtung, nämlich auf den ersten Grad des *Aries*. Nun sieht man durch den Kupferdrath, der zum Strahl dient, Mars in *Aries* und die Sonne in *Libra*, d. h. Mars steht in

Opposition (Entgegenstellung) mit der Sonne, und es erhellt von selbst, daß die obern Planeten niemals in einer untern Conjunction mit der Sonne seyn können, aber wohl in der obern, so wie hier Statt finden würde, wenn man Mars an der andern Seite der Sonne in *Libra* brächte.

Die Schnelligkeit des Mars ist am nächsten $\frac{8}{15}$ von der Schnelligkeit der Erde; Mars legt folglich 8° zurück, wenn die Erde $15'$ oder 16 , wenn die Erde 30° zurücklegt. Man lasse nun die Erde von Zeichen zu Zeichen fortgehen, und Mars wird für jedes Zeichen ungefähr 16° Grad vollenden.

Man drehe die Kurbel um, so kommt die Erde in *Taurus*, Mars in die Mitte von *Aries* (in *B. Fig. 5*), allein man sieht ihn längs dem Strahl, und bringt ihn durch das Linial auf 20 oder 21° in *Pisces* (in *b*) *e*).

Mars scheint dann rückwärts gegangen zu seyn. Um dieses näher zu untersuchen, lasse man die Erde zurückgehen und bringe sie in *Aquarius* und Mars in 32° von *Aries*, d. h. auf den 28° des *Aquarius* X. Das Linial zeigt, daß man ihn in den

- o) Die fünfte Figur ist für Mars und die Erde in Proportion gezeichnet. Die Buchstaben X, Y, A, B, C, D etc. deuten an, wo Mars ist, wenn die Erde in ♊ , ♋ , ♌ , ♍ , ♎ , ♏ etc. sich befindet. Die Linien bezeichnen, durch welche Strahlen man Mars von der Erde aus sieht, und die kleinen Buchstaben x, y, a, b, c, d etc. zeigen an, wo Mars, aus der Erde gesehn, hingebracht wird. Die Buchstaben A² B² deuten an, wenn die Erde zum zweytenmal in ♌ , ♍ ist, und die Buchstaben a², b² wo man denselben dann hinbringt, oder wo er in der That durch uns am Firmamente gesehen wird.

ersten Grad von *Aries* (in x) bringen muß. Man bewege nun die Kurbel, bis die Erde in *Pisces* kommt. Mars steht dann auf (Y) der Hälfte von *Pisces*, allein man bringt ihn ungefähr in den 15° von *Aries* (in y), folglich scheint Mars vorwärts gegangen zu seyn. Man gehe fort, bis die Erde in *Aries* gekommen, Mars steht dann auch in *Aries* und scheint also rückwärts gegangen zu seyn. Wenn man die Kurbel ferner umdreht, so kommt die Erde in *Taurus*, durch das Linial bringe ich Mars (in b) ungefähr auf den 20° in *Pisces*, und er scheint also noch mehr zurück gegangen zu seyn. Man bringe die Erde in *Gemini*, Mars steht dann in (e), dem zweyten Grade von *Taurus* ab, man bringt ihn durch das Linial in (c) den 25 oder 26° in *Pisces*, Mars scheint also vorwärts zu gehn. Es zeigt sich aber, daß im Anfange der Strahl fast an sich selbst parallel bleibt, und daß der Planet stationär scheint. Wenn man weiter fortgeht, so scheint Mars immer vorwärts zu gehn nach der Ordnung der Zeichen. Wenn die Erde zum zweyten Male in *Taurus* kommt, so wird Mars ungefähr mit der Sonne in Conjunction seyn (in B^2) und ferner in Opposition, wenn die Erde zum dritten Male ungefähr in *Gemini* seyn wird, und dann werden die nämlichen Erscheinungen, nämlich stationär seyn, rückwärts gehn, stationär seyn und endlich vorwärts gehen, wieder Statt finden. Wenn man den Planeten einige oder mehrere Umwandlungen machen läßt, so kann man dieses Alles gewahr werden.

Es ist nun klar, wie, wenn man einmal angenommen hat, daß die Planeten sich mit der Erde um die Sonne bewegen, alle diese Erscheinungen gleichsam von selbst aus dieser Ordnung fließen, und durch dieses Kunstwerk nicht nur vorgestellt, sondern in der That bewiesen werden.

Die Alten waren wegen deren Erklärung sehr verlegen. Sie nahmen an, daß alle Planeten sich um die Erde bewegten, und zwar in Zirkeln; denn, sagten sie, der Zirkel ist die vollkommenste Figur. Beobachtungen zeigten jedoch, daß die Planeten bald näher, bald entfernter bey der Erde sind; sie wurden daher gezwungen, anzunehmen, daß die Erde sich nicht in dem Mittelpuncte der Zirkel befände. Um nun aber die fernern Erscheinungen, die ich ausgelegt habe, einigermaßen zu erklären, oder wenigstens sie vorzustellen, so nahmen sie an, daß die Planeten sich nicht auf der Peripherie des excentrischen Zirkels, welches ihre Laufbahnen sind, sondern auf einem kleinen Zirkel bewegten, dessen Mittelpunkt auf der Peripherie des grofsen in den bekannten Umlaufszeiten rund gehen würde. Dieser kleine Zirkel ward *Epicyclum* oder *Nebenzirkel* genannt, und die Kunst bestand darin, die Gröfse dieser Zirkel in Rücksicht der Umlaufsbahnen so einzurichten, daß diese doppelte Bewegung den Erscheinungen genug thun könnte. Zuweilen wurden dadurch Nebenzirkel auf Nebenzirkel nöthig; allein um hiervon eine nähere Vorstellung zu geben, gebrauche man den Apparat, welcher nach dem Beispiele von Nollot mit

diesem Planetarium verbunden ist. Man nehme die runde Scheibe, welche auf vier Füßen ruhet, und auf der ersten Tafel Fig. III. unter *B* abgebildet ist. Man stelle sie um die kupfernen Röhren in die dazu eingerichteten Löcher und bringe auf die Röhre den mit *A* bezeichneten Arm, welcher an dem einen Ende ein Röllchen *D* trägt, an dessen Nabel oben an ein kleiner Arm *E* mit einem Planetball befestigt ist. Nun lege man die Schnur um das Röllchen und die Scheibe *B*. Wenn die Schnur zu locker ist, kann man den Arm etwas durch die Schraube *C* verlängern. Wird nun die Kurbel umgedreht, so sieht man, daß der Planet sich in einem Zirkel auf der Peripherie des großen Zirkels bewegt, und daher bald näher, bald entfernter von der Erde ist, bald fortgeht, bald zurückkehrt. Dieses sey genug zur Erläuterung dieser Vorstellung.

Das bis jetzt Beschriebene enthält bloß eine Darstellung der Bewegungen und des Standes der Planeten, welche durch dieses Kunstwerk vorgestellt werden können. Die Bewegung der Satelliten, deren man bis jetzt 18 zählt, nämlich: 1 für die Erde, 7 für Saturn, 6 für Uranus und 4 für Jupiter, kann dadurch nicht vorgestellt werden, so wenig als die Umdrehungen der Sonne und der Planeten um ihre Achse und andere Erscheinungen dieser Körper.

Die Sonne drehet sich übrigens um ihre Achse in $25\frac{1}{2}$ Tagen, Mercur in beinahe 24 St. 5', Venus in 23 St. 21', Mars in 24 St. 40', Jupiter in beinahe 10 St., Uranus in 10 St. 15'.

T e l l u r i u m.

Zum *Tellurium* gehören folgende Stücke: (s. Tafel I.) 1) der groſſe Erdglobus mit ſeiner Spindel, dem beweglichen Horizonte und was damit verbunden iſt. Der Horizont kann davon abgenommen werden durch die Schraube, worauf er ruht. Die Spindel iſt mit einem Uhrweiſer verſehen.

2) ein kupferner viereckiger Rahmen, welcher an dem einen Ende mit einem Loche verſehen iſt, worin die Spindel des Globus geſteckt wird. Um dieſes Loch iſt ein Uhrzeiger, um den Ort, wohin das Stück geſtellt wird, deutlich erkennen zu geben.

3) ein Zirkelbogen von 90° beweglich mit einem Gelenke und ſo eingerichtet, daſſ er auf die Peripherie des Zirkels über dem beweglichen Horizonte geſtellt werden kann.

4) ein Kupferdrath, welcher einen kleinen Sonnenball trägt, der einen Sonnenſtrahl vorſtellt. Dieſer Drath wird mitten auf die runde Tafel geſetzt, um die Sonne vorzuſtellen.

Die Sonne iſt in Rückſicht auf uns der beträchtlichſte der himmlischen Körper. Sie iſt für uns eine unerschöpfbare Quelle von Licht und Wärme, ihr

verdanken wir den Tag und die Jahreszeiten; allein diese hängen zugleich auch von dem Stande unserer Erde ab. Alle diese Erscheinungen sind uns nebst deren Ursachen völlig bekannt, und können daher alle auf das genaueste auf dem *Tellurium* gezeigt und erklärt werden.

Um das Bemerkungswerthe vollständig und in gehöriger Ordnung vorzutragen, müssen vier Stücke besonders abgehandelt werden, nämlich:

- I) der Stand der Erdachse;
- II) die jährliche Bewegung der Erde sowohl in Rücksicht auf sie selbst, als auch in Rücksicht des Standes, den die Erdachse auf der *Ecliptic* hat;
- III) die Bewegung der Erde um ihre Achse, und
- IV) dieselbe Bewegung in Vereinigung mit der jährlichen Bewegung um die Sonne.

I.

Die Erdachse ist der erste Gegenstand, worüber gehandelt werden wird. In einer Kugel (Fig. 3) nennt man *Achse* eine jede Linie (PCp), die durch den Mittelpunkt (C) geht; allein hier, wo die Erde als ein Körper, der sich um sich selbst dreht, betrachtet wird, nennt man bestimmter *Achse* denjenigen Durchmesser, auf welchem die Umdrehung gleichsam wie auf einer Spindel zu geschehn angenommen wird. Die Enden dieser *Achse* (P und p) werden *Pole* oder *Achspuncte* genennt. *Nordpol* dasjenige, welches in unserer

Hemisphäre sich befindet, Südpol das entgegengesetzte. Auf einer Kugel nennt man *Aequator* den Zirkel (*ACE*), dessen Fläche durch den Mittelpunkt (*C*) geht, und zugleich senkrecht auf der Achse (*Pp*) steht; woraus folgt, daß der Aequator die Kugel in zwey gleiche Theile schneidet, und daß seine Peripherie überall gleich weit von beyden Polen entfernt ist.

Auf der Erde wird die Peripherie dieses Zirkels bestimmter *Linea aequinoctialis*, Tag- und Nachtgleiche, oder von Seeleuten schlechthin die Linie genannt. Der Grund dieser Benennung wird nachher deutlich werden.

I. Erscheinung. Zweyerley findet in Hinsicht der Erdachse Statt; erstens, die Erdachse steht nicht senkrecht auf der Fläche der *Ecliptic*, oder des Sonnenweges, auf welchem die Erde ihre jährliche Bewegung um die Sonne vollbringt, sondern sie neigt auf denselben und macht einen Winkel von $66^{\circ} 32'$ oder nach einer runden Zahl von $66\frac{1}{2}^{\circ}$.

Um dieses zu sehn, entkleide man den Erdglobus von seinem beweglichen Horizonte und behalte ihn allein auf seiner Spindel. Man bringe die Spindel auf den Rahmen. Das Fußstück, worin die Spindel gesteckt wird, ist so eingerichtet, daß die Spindel mit dem Rahmen, und folglich mit der Tafel, den angezeigten Winkel von 66° und $30'$ bil-

det. Dieser Erdglobus steht also auf der Tafel ebenso als die wirkliche Erdachse auf dem Sonnenwege steht.

Die Erdachse macht mit der Ecliptic einen Winkel von $66\frac{1}{2}^{\circ}$, allein sie steht senkrecht auf der Fläche des Aequators, d. h. sie macht mit demselben einen Winkel von 90° , der Aequator wird also mit der Ecliptic einen Winkel von 90° , minus $66\frac{1}{2}^{\circ}$, d. h. von $23\frac{1}{2}^{\circ}$ machen. Dafs dieses Statt findet, erhellt aus Wahrnehmungen; es wird aber hier nur gezeigt und nicht bewiesen. Von diesen Wahrnehmungen wird bald näher gehandelt werden.

Die Neigung der Ecliptic auf den Aequator ist jetzt $23^{\circ} 28'$; allein sie bleibt nicht immer dieselbe. Ehedem war sie gröfser, und es erhellt aus allen Wahrnehmungen, dafs sie wohl 24° betragen hat. Sobald Louville die Verminderung der Schiefe der Ecliptic wahrgenommen und durch genaue Beobachtungen befestigt hatte, fiel man auf den Gedanken, ob diese Verminderungen nicht von jeher Statt gefunden, und ob daher nicht in uralten Zeiten die Erdachse senkrecht auf der Ecliptic gestanden hätte? Man weifs jetzt, dafs diese Verminderung in sehr enge Gränzen eingeschlossen ist, dafs sie noch ferner fortgehn, aber auch wieder abnehmen wird, so dafs dann der Winkel wieder zunimmt. Die Veränderungen, welche mit dem Winkel des Aequators und der Erdachse vorkommen, bestehen in einer Art von langsamen Zitterungen, wovon die Ursachen bekannt sind.

II. Erscheinung. Das zweyte, was in Rücksicht der Erdachse Statt findet, besteht darin, (und dieses ist in dem System des Copernicus der wichtigste Gegenstand, dessen Ausfindung den grofsen Verstand des berühmten Mannes bezeichnet,) dafs, ungeachtet der Bewegung der Erde um die Sonne, die Achse stets nach demselben Punct, der auf einem unermesslichen Abstand in dem weit ausgedehnten Firmament liegt, zugekehrt ist, d. h. mit andern Worten, dafs die Neigung der Erdachse immer unveränderlich oder mit sich selbst parallel bleibt.

Um nun den beständigen Parallelismus der Erdachse mit sich selbst deutlich vorzustellen, (es ist mir aber kein Werkzeug bekannt, welches dazu so geschickt ist als dieses) so mufs man bemerken, dafs auf der Tafel, welche die Fläche der Ecliptic abbildet, innerhalb dem Zirkel der Monate, verschiedene Streifen sich befinden, welche mit Holz von verschiedener Farbe ausgelegt sind und alle parallel laufen. Der kupferne Rahmen, worin die Erdachse ruhet, ist ein rechthwinkliches Parallelogram. Wenn man nun die Erde auf eine solche Art um den Monatszirkel bewegt, dafs die Seite des Rahmen immer längs einem der Streifen gerichtet oder mit denselben parallel sey, so folgt, dafs die Seite der Rahmen und folglich auch der ganze Rahmen, und dadurch die Erdachse, welche in Rücksicht des Rahmen beständig dieselbe Richtung behält, mit sich selbst parallel bleiben mufs. Man stelle den Rahmen so z. B.

dafs sein Weiser auf dem ersten März stehe, dafs er nach Februar gekehrt sey, und dafs die Seite längs einem der Streifen komme. Nun schiebe man denselben (man mufs immer auf dem Streife bleiben oder parallel mit dem Streife) vorwärts auf den ersten April, den 1. May, den 1. Juny, den 1. July etc. im Zirkel herum, und man sieht deutlich, dafs die Erdachse stets dieselbe Richtung behält, nach derselben Seite gekehrt ist, und, so wie der Rahmen, parallel mit sich selbst bleibt. Den Pol würde also beständig derselbe Punct auf einem unermesslichen Abstand in dem weiten Firmamente anzeigen, z. B. derselbe Stern, wenn sich gerade einer in der Verlängerung der Achse befände. Der sogenannte Polarstern ist sehr nahe dabei, und nur 2° vom Polpuncte entfernt.

Hierin besteht der Parallelismus der Erdachse, ein Gegenstand von so grossem Gewicht, dafs alle Erscheinungen, von denen in der Folge näher gehandelt werden wird, davon abhängen. Es ist daher höchst nöthig, sich davon eine deutliche Vorstellung zu machen.

Hier und in der Folge dieser Abhandlung wird zwar der Parallelismus als strict mathematisch angenommen; er ist es jedoch nicht, und die Ursache davon ist völlig bekannt. Welche Wahrnehmungen dahin führen, soll im Verfolg angegeben werden.

Zum Schlusse dieses ersten Stücks wiederhole ich als Thatsache folgende zwey Erscheinungen: 1) die Erdachse hat auf die Ecliptic eine Neigung von

66 $\frac{1}{2}^{\circ}$, welche einer in bestimmten Gränzen eingeschlossenen Vergrößerung und Verminderung unterworfen ist. 2) Die Erdachse bleibt während des Laufs der Erde auf der Peripherie der Ecliptic mit sich selbst parallel und immer nach einem und demselben Punkte des unermesslichen Firmaments gerichtet.

Diese zwey Thatsachen können durch Werkzeuge wohl dargestellt, nicht aber bewiesen werden; allein wenn man sie annimmt als gepaart mit der Bewegung der Erde um die Sonne und um ihre Achse, so werden alle Erscheinungen, die Statt finden, durch solche Werkzeuge kenntlich gemacht, vorgestellt und sofern bewiesen. Beobachtungen lehren übrigens, daß in der That dasjenige Statt findet, was aus den Grundsätzen gefolgert wird; dieses soll daher nun Stück für Stück dargelegt werden.

II.

Das zweyte, wovon gehandelt werden muß, ist der jährliche Umlauf der Erde sowohl an sich selbst betrachtet, als auch in Rücksicht des Standes, welchen die Erdachse auf der Ecliptic hat.

I. Erscheinung. Wir fühlen die Bewegung der Erde nicht; wir schliessen sie nur aus Wahrnehmungen und Gründen. Wir sehen die Sonne sich täglich und jährlich bewegen und es war sehr natürlich, die Bewegung der Sonne um die Erde anzunehmen, bis man durch Wahrnehmungen und Theorie zu dem Grade von Einsicht gelangt war,

um das Scheinbare vom Wahren als Thatsache unterscheiden zu können. Die scheinbare Bewegung der Sonne entspringt aber aus der wahren Bewegung der Erde.

Man stelle die Erde so, daß der Weiser des Rahmens auf dem 21. März steht und nach Februar gekehrt ist. Man lege das dazu eingerichtete Linial um die Röhren, worauf die Sonne steht und längs dem äußern Ende des Weisers. Nun sieht man, daß dasselbe von der Seite der Erde auf dem Zirkel der Zeichen auf den ersten Grad der *Libra* fällt, und gegenüber auf den ersten Grad in *Aries*. Man bringe dann der Richtung des Linials gemäß die Sonne auf den Platz des Firmaments, welchen das Linial anweist und folglich auf den 1^o des *Aries*. Läßt man nun die Erde den Zirkel herum gehn nach *Scorpio*, *Sagittarius*, *Capricornus*, *Aquarius* etc. so sieht man die Sonne der Richtung des Linials gemäß in *Aries*, *Gemini*, *Cancer*, *Leo* etc. Man erblickt folglich die Sonne in allen Zeichen, so daß es scheint, als wenn sie in einem Jahre um die Erde herum wandle und einen Zirkel beschreibe, der wegen des unermesslichen Abstandes des Firmaments, worauf man die Sonne bezieht, in Hinsicht des Abstandes der Erde von der Sonne die Erde zum Mittelpunkt zu haben scheint. Die scheinbare jährliche Bewegung der Sonne ist daher in jeder Rücksicht der wahren Bewegung der Erde vollkommen gleich, und die Stelle, wo die Sonne steht, ist beständig dem Punkte gerade gegenüber, wo die Erde steht, oder

da, wo ein Beobachter in der Sonne die Erde sehen würde, d. h. mit einem astronomischen Ausdrucke, die heliocentrische Länge der Erde ist jedesmal 6 Zeichen verschieden von der geocentrischen Länge der Sonne, z. B. wenn die Sonne aus der Erde, folglich geocentrisch in *Aries* gesehen wird, so sieht man die Erde aus der Sonne, folglich heliocentrisch, in *Libra*.

II. Erscheinung. Die Sonne scheint sich auf derselben Fläche zu bewegen als die Erde, und dieses ist der Grund, warum diese Fläche oder die *Ecliptic*, d. h. der wahre Weg der Erde, bey uns Sonnenweg genannt wird. Hieraus fließt wieder eine andere allgemein bekannte Erscheinung, diese nämlich, daß die Sonne, ob sie gleich auf derselben Fläche bleibt, dennoch in Rücksicht der Erdbewohner, während sechs Monaten sich zu erheben, und während sechs Monaten zu sinken scheint; oder mehr allgemein und vielleicht philosophischer ausgedrückt, daß sie während sechs Monaten näher und näher an einen der Pole, z. B. den Nordpol, zu kommen und während sechs andern Monaten immer mehr und mehr sich davon zu entfernen, und dem entgegengesetzten Pole je länger je mehr sich zu nähern scheint. Jedermann weiß, daß im Sommer die Sonne höher steht als im Winter. Diese Erscheinung fließt aus der jährlichen Bewegung der Erde in Verbindung mit dem Stande der Erdachse auf der *Ecliptic*.

Man bringe, um sich von dieser nothwendig Statt findenden Erscheinung zu überzeugen, die Erde auf den 21. März oder in den ersten Grad von *Libra* (der Weiser des Rahmen muß immer nach Februar gekehrt seyn). Man stecke an die Stelle des Sonnenballs den Kupferdrath, welcher einen Sonnenstrahl abbildet und parallel mit der *Ecliptic* steht. Dieser Strahl zeigt an, über welchem Puncte der Erde die Sonne steht. Steht der Strahl gerade so hoch, daß er auf den Aequator weist, so steht die Sonne auf oder in dem Aequator.

Man lasse die Erde fortgehn (der Rahmen muß, wie gesagt, immer parallel mit den Streifen gestellt werden) von *Libra* nach *Scorpio*, *Sagittarius*, *Capricornus*; man gebe Acht, wohin bey dem Fortrücken und besonders wohin in einem jeden Zeichen der Sonnenstrahl fällt. Man sieht denselben, wenn die Erde im Anfange des *Scorpio* steht, (folglich die Sonne im Anfange des *Taurus* erscheint) etwas höher fallen, als da die Erde in *Aries* war, folglich über dem Aequator. Man bezeichne diesen Punct mit Kreide. Wenn die Erde im *Sagittarius* steht und die Sonne in *Gemini*, so fällt der Strahl noch höher und nimmt an Höhe zu bis die Sonne im *Cancer* und die Erde im *Capricornus* steht. Man bezeichne allezeit die Puncte und bringe dann die Erde in *Aquarius*, *Pisces* und in den Anfang des *Aries*; die Sonne scheint dann *Cancer*, *Leo* und *Virgo* zu durchwandeln und kommt den 21. September in *Libra*. Man bemerke jedesmal die Stelle, wohin der

Strahl fällt, und zeichne sie an, woraus man leicht sieht, daß die Sonne je länger, desto näher an den Aequator kommt und zuletzt wieder in dem Aequator sich befindet. Führt man auf diese Weise fort, so sieht man, daß die Sonne oder der Strahl je länger je mehr unter den Aequator hinabsinkt, bis sie am niedrigsten gekommen ist, und dann steht die Erde in *Cancer* und die Sonne in *Capricornus*. Nun fängt die Sonne zu steigen an bis zum *Aequator*, d. h. sobald die Erde in *Libra* zurückgekommen ist und die Sonne in *Aries* zu seyn scheint.

Alle die Puncte, welche nach und nach durch den Strahl angewiesen sind, liegen in der Peripherie eines Zirkels, und da der Strahl stets parallel mit der *Ecliptic* geblieben ist, so ist auch der Zirkel mit ihr parallel, und bezeichnet auf der Erde die *Ecliptic* oder den Sonnenweg.

Der Zirkel macht auf dem Erdball mit dem Aequator einen Winkel von $23\frac{1}{2}^{\circ}$. Dieses erhellt auch aus einer unmittelbaren Messung; denn wenn man den Quadranten, der in dem Kistchen liegt, senkrecht auf den Aequator stellt, so findet man, daß sowohl der oberste als unterste der angemerkten Puncte $23\frac{1}{2}^{\circ}$ von dem Aequator entfernt sind.

Hieraus ist also deutlich, daß das scheinbare Steigen und Fallen der Sonne, ob sie gleich immer auf demselben Orte bleibt, einzig aus der Neigung der Erdachse und deren beständigen Parallelismus herrührt. Eine Folge hiervon ist ferner, daß der Nordpol während der einen Hälfte der Umlaufszeit,

nämlich vom 21. März bis zum 21. Sept., nach der Sonne gekehrt ist, am meisten aber den 21. Juny, und dafs er im Gegentheil während der andern Hälfte, nämlich vom September bis März, von der Sonne absteht, am meisten den 21. December, indess der Südpol nach ihr zugekehrt ist. Der Aequator neigt sich also auf die *Ecliptic*, oder den Sonnenweg unter einem Winkel von $23\frac{1}{2}^{\circ}$, und schneidet denselben in zwey Puncten, *Aequinoctia*, oder Tag- und Nachtgleichen genannt, eine Benennung, wovon der Grund nachher angegeben werden wird. Diese Puncte befinden sich in dem ersten Grade von *Aries* und dem ersten Grade von *Libra*. Wenn sich die Erde in der That allda befindet, so steht die Sonne gerade im Aequator. Sie bleibt über demselben vom 21. März bis zum 21. September, indessen sie sich vom September bis März unter demselben befindet. Wenn die Sonne am höchsten über dem Aequator gekommen ist, sinkt sie oder kehrt in Rücksicht des Steigens zurück, und wenn sie am niedrigsten unter dem Aequator ist, so fängt sie an zu steigen, oder kehrt in Rücksicht des Fallens zurück. Hierin liegt der Grund, warum die Geographen zwey Zirkel erfunden haben, welche auf den sogenannten Globen und auch auf diesem abgebildet sind. Der eine davon bezieht sich auf den obern, der andere auf den untern Theil der *Ecliptic*. Diese Zirkel werden *Wendekreise* (*tropici*) genannt, weil die Sonne, wenn sie bis dahin gekommen ist, zurückzukehren scheint, indem sie

vom Steigen zum Sinken, und vom Sinken zum Steigen übergeht. Wenn die Sonne sich dort befindet, so heist es, daß sie im Sonnenstillstand (*solstitium*) ist. Zwischen diesen Wendekreisen liegen also 47° , welche die Sonne niemals überschreitet. Wir werden in der Folge von den besondern Erscheinungen handeln, welche zwischen den Wendekreisen Statt finden.

Die Wendekreise müssen nothwendig auf den Erdgloben abgebildet seyn, dagegen ist es ganz unzweckmäfsig, die Ecliptic, die den Himmelgloben zugehört, und da auch am rechten Orte und nothwendig ist, auf ihnen darzustellen, und man muß wünschen, daß man sie in der Folge als unnütz und zu falschen Begriffen führend von ihnen hinweg läßt. Auf dem Globe z. B. den ich vor Augen habe, schneidet die Ecliptic den Aequator bey den Küsten von Africa in dem Busen von Guinea; der höchste Punct derselben fällt in Indien auf die Gränzen von Bengalen und Ava. Allein man kann nicht sagen, daß der Aequator und die Ecliptic sich auf irgend einem bestimmten Ort der Erde durchschneiden, denn durch die tägliche Bewegung der Erde um ihre Achse gehen nach und nach alle Plätze des Erdballs unter dem Aequator, so wie überhaupt alle Plätze, die sich innerhalb der Wendekreise befinden, durch die verschiedenen Puncte der Peripherie des Zirkels, den wir Ecliptic nennen.

III. Erscheinung. Es findet in Rücksicht der Stellen, wo der Aequator und die Ecliptic

sich durchschneiden, eine sehr merkwürdige Erscheinung Statt, welche, ob sie gleich bey dem ersten Anblick zur Erklärung des Tellurium ganz fremd scheint, dennoch sehr geschickt ist, den Gegenstand in ein helles Licht zu setzen; und es ist zu wünschen, daß Lehrer mehr Gewicht darauf legen möchten, als bisher im Allgemeinen geschehen ist. Man hat nämlich durch Beobachtungen gefunden, daß die Punkte, wo die Ecliptic den Aequator schneidet, oder die Punkte der Tag- und Nachtgleichen, nicht mehr in demselben Abstände von denselben Sternen liegen, als ehemals. Dieses wurde schon durch den berühmten griechischen Astronomen Hipparchus, welcher 130 Jahre vor unserer Zeitrechnung lebte, wahrgenommen, und ist durch spätere Astronomen bestätigt worden. Der merkwürdigste Stern z. B. des *Aries*, astronomisch mit dem Buchstaben α bezeichnet, steht jetzt nicht mehr in der Frühlings-schneide, sondern beynahe $1^{\circ} 5'$ davon entfernt, d. h. schon in dem folgenden Zeichen, dem *Taurus*. Der schöne Stern des *Taurus*, genannt Auge des *Taurus* oder Aldebaran, steht 67° von der Schneide ab, oder schon im 7° der *Gemini*, und so ferner für alle Sterne. Diese Veränderung hat ihren Grund nicht in der Bewegung dieser Sterne, sondern hierin, daß die Schneidungen des Aequators mit der Ecliptic sich längs der Ecliptic gegen die Ordnung der Zeichen bewegen, d. h. daß sie ungefähr $50\frac{1}{2}''$ jährlich rückwärts gehn. Die Ursache und die Besonderheiten dieser Bewegung sind vollkommen

bekannt. Die Schneidungen werden in beynahe 26000 Jahren die ganze Ecliptic durchlaufen. Da nun die Schneidung, genannt *Aries* z. B. jährlich ungefähr $50\frac{1}{2}''$ nach *Pisces* fortgeht, so folgt, daß die Sonne, wenn sie aus *Aries* ausgeht, keine 360° zu durchlaufen hat, um wieder in *Aries* zu kommen, sondern $50\frac{1}{2}''$ weniger. Das *Aequinoctium* wird dann früher vorkommen, als ohne dieses geschehen würde, nämlich so viel früher, als die Sonne nöthig hat, um $50\frac{1}{2}''$ zu durchlaufen. Darum nennt man diese Bewegung den Voraugang der Tag- und Nachtgleichen (*praecessio aequinoctiorum*), welches auf die Zeit sich bezieht, und nicht auf die Schneidung, worin die *Aequinoctia* Statt finden; denn diese gehen zurück. Aus dieser Bewegung der gemeldeten Schneidungen müssen wir einige Folgen ableiten.

1) Die Zeit, welche die Sonne (oder die Erde, und dasselbe findet für alle Planeten Statt) gebraucht, um vom Puncte *Aries*, oder der Frühlingschneide bis zu demselben Puncte oder derselben Schneide zurückzukehren, ist kürzer als die Zeit, welche sie nöthig hat, um von einem Stern wieder zu demselben zu kommen, und zwar ungefähr $20'$, weil die Sonne in ihrer jährlichen Bewegung ungefähr $20'$ gebraucht, um $50\frac{1}{2}''$ in ihrer Laufbahn zurückzulegen. Die beyden Umlaufszeiten werden Jahre genannt, das letztgenannte mit Recht ein Sternjahr, das erste aber schlechthin ein Jahr (*annus tropicus*). Dieses beträgt 365 T. 5 St. $48' 48''$. Man nimmt aber ge-

wöhnlich ein Jahr auf 365 T. an, (wie auch auf diesem Werkzeuge geschehen ist) und schaltet alle vier Jahre die bey jedem Jahre weggelassenen 6 Stunden als einen Tag ein, woher auch ein solches Jahr von 366 Tagen den Namen Schaltjahr führet. Der hierdurch entstehende Unterschied des astronomischen Sonnenjahrs vom bürgerlichen um 11 Minuten, macht es nothwendig, daß wieder in den Schlussjahren von drey sich folgenden Jahrhunderten, nämlich von denen, die nicht mit 400 getheilt werden können, als 1700, 1800, 1900, 2100, 2300 etc. der Schalttag wegfällt, um auf diese Art die jedem gemeinen Jahre von 365 T. 5 St. 48' 48" zugerechneten 11 Minuten wieder zu gewinnen.

2) Wenn die Astronomen fortfahren, die Zeichen der Ecliptic, *Aries*, *Taurus* etc. zu nennen und die Schneide des Aequator mit der Ecliptic auf den ersten Grad in *Aries* und *Libra* zu stellen, so werden die Zeichen nicht mehr mit den Sterngruppen übereinkommen, welche denselben Namen führen. Dieses hat auch wirklich Statt, so wie aus dem Gesagten erhellt.

3) Der Punct des Aequators, *Aries* genannt, welcher alle Jahre $50\frac{1}{2}''$ auf der Ecliptic zurücklegt, kann sich darauf nicht bewegen, ohne daß nicht auch die Polpuncte einen solchen Zirkel um den Pol der Ecliptic beschreiben, weil der Punct *Aries* stets 90° von dem Polpuncte der Erde entfernt ist. Die Erdachse bleibt daher genau genommen nicht vollkommen parallel mit sich selbst,

sondern beschreibt in beynahe sechs und zwanzig tausend Jahren oder in 260 Jahrhunderten einen Zirkel. Da dieses auf die Erscheinungen der Erde und der Sonne keinen Einfluß hat, sondern nur auf die der Sterne, so liegt es außer unserm Zweck, hier davon zu handeln. Voltaire hat diese Bewegung vortreflich beschrieben als er sang:

Pole immobile aux yeux, si lent dans votre course
Fuyez le char glacé des sept astres de l'Ourse;
Achevez dans le cours de vos longs mouvemens
Deux cens siècles entiers par de - là six mille ans.

Diese langsame Bewegung der Erdachse um den Pol der Ecliptic geschieht nicht mit einer gleichen Geschwindigkeit. Die Achse macht nämlich noch eine geringe Bewegung oder Abweichung von 9", die alle 19 Jahre abläuft, gleichsam als wenn der Pol in dieser Zeit sich in der Peripherie eines Epicyclums oder Beyzirkels bewegte, dessen Mittelpunkt der Zirkel in 260 Jahrhunderten durchläuft. Diese geringe Bewegung hat man durch die Theorie entdeckt, und sie ist durch Beobachtungen bestätigt gefunden. Man nennt sie Abweichung der Erdachse (*nutatio axis*). Nachdem also Jahrhunderte hindurch die Erde als ein Körper ohne alle Bewegung, und als in steter Ruhe sich befindend, angesehen worden, ist es endlich durch nähere Untersuchungen erwiesen worden, daß sie verschiedene Arten von Bewegung hat, eine jährliche um die Sonne, eine tägliche um ihre Achse, eine Bewegung ihrer Achse um den Pol der

Ecliptic, und dann noch eine *Nutatio* von 19 Jahren. So sehr ist Wahrheit vom Schein unterschieden, so viel Gewicht liegt in gehöriger Untersuchung der Erscheinungen!

III.

Das dritte abzuhandelnde Stück ist die Bewegung der Erde um ihre Achse an sich selbst betrachtet. Drey Erscheinungen fließen aus dieser Bewegung:

- I. Die Abwechselung von Licht und Finsternifs.
- II. Dafs nicht alle Gegenden in demselben Augenblick Mittag haben, und
- III. dafs die relative Lage der Oerter durch die Verschiedenheit der Zeit bestimmt werden kann.

I. Erscheinung. Ehedem bildete man sich ein, dafs der ganze Sternhimmel, also auch die Sonne an jedem natürlichen Tage sich einmal um die Erde drehe; allein jetzt weiß man, dafs diese Erscheinung aus der Bewegung der Erde um ihre Achse herfließe. Die Sonne ist ein an sich selbst leuchtender Körper; die Erde wird durch die auf sie schießenden Sonnenstrahlen erleuchtet; alle Gegenden, wohin die Strahlen fallen, sind erleuchtet, alle, wo die Strahlen nicht hinfallen, sind in Finsternifs. Die Sonne steht in einer so großen Entfernung von der Erde, dafs alle auf die Erde fallende Strahlen sehr nahebei mit einander parallel sind, und deswegen wird die eine Hälfte der Erde erleuchtet.

Schneidet man ein Stück Pappe auf eine solche Art aus , daß es den Erdball auf diesem Werkzeuge umfasset, und hält es senkrecht um denselben, so daß es durch den Mittelpunkt der Erde gehet, so scheidet es alsdann die erleuchtete Seite von der nicht erleuchteten. Alle Stellen der Erde in dem nach der Sonne gekehrten Theile sind dann erleuchtet. Man wähle Amsterdam, und bezeichne es mit ein wenig Kreide, um es vor allen andern sichtbar zu machen. Nun drehe man die Erde um ihre Achse von Westen nach Osten, so wie in der That geschieht, denn dadurch muß der Sternhimmel mit der Sonne sich von Osten nach Westen zu bewegen scheinen, so wie wir wirklich wahrnehmen. Amsterdam (und dasselbe gilt auch von allen übrigen Oertern) nähert sich dann nach und nach der Scheidungslinie, kommt auf und dann hinter dieselben; Amsterdam liegt also so lange in Finsterniß, als es hinter jener Linie bleibt. Man setze die Bewegung fort, dann kommt Amsterdam hinter der Linie wieder zum Vorschein, folglich ist daselbst wieder Licht, und das Licht wird Finsterniß, wenn Amsterdam wieder dahinter kommt.

Die Abwechselung von Licht und Finsterniß, welche wir gewohnt sind Tag und Nacht zu nennen, macht einen natürlichen Tag von 24 Theilen, Stunden genannt, aus. An jedem Tage ist ein Augenblick, welchen man Mittag nennt, und hiervon müssen wir eine bestimmte Vorstellung liefern.

II. Erscheinung. Man nennt Mittag den Zeitpunkt, an welchem die Sonne, der Mittelpunkt der Erde, und der Platz, wo man steht, in einer geraden Linie sich befinden. Gerade in diesem Zeitpunkte steht die Sonne am höchsten, und theilt den Tag in zwey gleiche Theile, woher die Benennung Mittag. Hiervon in der Folge ein Mehreres; jetzt bleiben wir bey der ersten Vorstellung stehen.

Man bekleide den Erdgloben mit seinem Horizonte oder Gesichtskreise, und mit allem, was daran befestigt ist, dennoch aber ohne jetzt den Horizont zu gebrauchen; man versehe die Spindel mit einem Uhrweiser (*W*) und stelle die Erde gehörig auf irgend einen Platz der Tafel. Man mache die Schrauben (*D* und *E*) los, damit man den Weiser (*I*) des Zirkels, der auf dem Horizonte steht, auf Amsterdam bringen kann. Ich werde den Weiser (*I*) in der Folge der Kürze wegen den Beobachter *f*) oder den Einwohner der Erde nennen, weil er in der That den Platz, den man wählt, und den Stand von desselben Einwohnern vorstellt. Wenn dieses geschehen ist, schraube man die Schrauben zu und bringe Amsterdam und den gemeldeten Zirkel der Sonne oder den Strahl, der von ihr ausgeht, gerade gegenüber, dann befindet sich die Sonne, Amsterdam und der Mittelpunkt der Erde in einer geraden Linie, und es ist Mittag zu Am-

f) Eine kleine Figur, die eine Person vorstellt, bezeichnet auf den neuesten Werkzeugen den Beobachter.

sterdam. Aus diesem Grunde schraube man die Schraube (*L*) des Uhrweisers los, stelle diesen auf XII Uhr, und schraube ihn dann wieder fest. Es ist nun, wie gesagt, Mittag zu Amsterdam; dieses folgt aus dem oben angeführten Begriffe. Wenn man aber durch Amsterdam und den Erdpol einen Bogen zieht, welcher senkrecht auf dem Aequator steht, (so wie hier auf diesem Erdglobe verschiedene gezogen sind und so wie auch der kupferne Bogen, der auf dem Horizonte ruhet, deren einer ist): so folgt, daß nicht allein zu Amsterdam, sondern auch an allen Orten, welche unter dem auf die angegebene Weise durch Amsterdam gezogenen Bogen liegen, Mittag ist. Darum nennt man dergleichen Bogen Meridiane, oder Mittagszirkel. Es ist also Mittag an den Orten, die unter dem angeführten Bogen liegen, nicht aber an andern Orten.

Da nun die Erde sich von W. nach O. drehet, so wird es an den Orten, welche mehr nach O. liegen, schon Mittag gewesen seyn, auf denen aber, die nach W. liegen, ist es noch kein Mittag. Wenn man z. B. die Erde nach W. zurückbringt, bis der Strahl aus der Sonne auf Batavia sich befindet, so wird man sehen, daß der Weiser etwas mehr als 5 U. Morgens anzeigt. Dieses gibt zu erkennen, daß, wenn es zu Batavia Mittag war, es hier erst 5 U. Morgens ist. Wendet man den Erdball so, daß der Sonnenstrahl auf den Meridian in Surinam falle, so sieht man, daß es hier beynahe 4 U. Nachmittags ist. Alle Bewohner der Erde haben

also, wie gesagt, nicht zugleich Mittag, sondern in Rücksicht des Ortes, den man wählt, um andere damit zu vergleichen, früher, wenn er östlicher, später, wenn er westlicher liegt.

III. Erscheinung. Der Unterschied in der Zeit hängt von der Lage der Oerter ab. Es wird nicht undienlich seyn, hier zu bemerken, daß zur Bestimmung der Lage zweyerley nöthig sey, wovon das eine absolut, das andere relativ ist.

Wenn man aus einem der Erdpole durch irgend einen Platz einen Zirkelbogen senkrecht auf den Aequator fallen läßt, so befindet sich dieser Platz in einer gewissen Entfernung vom Aequator, welche man nach Graden und Minuten abmessen kann. Wie viel nun ein jeder Platz über oder unter dem Aequator liegt, wird durch astronomische Beobachtungen bestimmt, wovon wir in der Folge die Art und Weise angeben werden. Diese Entfernung, welche Breite oder Polhöhe genannt wird, ist absolut, weil die Natur uns auf dem Erdball den Pol und den Aequator angibt. Allein diese alleinige Bestimmung ist nicht genug, denn wenn ich z. B. mir vorstelle, daß durch Amsterdam ein Zirkel parallel mit dem Aequator gezogen wird, so werden alle Plätze auf der Peripherie dieses Zirkels oder auf demselben Abstände vom Aequator sich befinden, d. h. sie werden auf derselben Breite liegen. Die Breite gibt den Abstand zu erkennen, auf welchem ein jeder Ort gerade gegen N. oder S. von dem Aequator abliegt und die Verschiedenheit der Breite

deutet an, wie weit, gegen N. oder S. gerechnet, verschiedene Plätze von einander entfernt sind g). Man muß aber auch wissen, wie viel sie ost- oder westwärts von einander abliegen. Hier gibt uns die Natur keinen bestimmten Platz an, um anzufangen; er ist also willkürlich, beziehend oder relativ. Die meisten Astronomen rechnen von dem Orte aus, wo sie sich befinden, hieraus aber entspringt viel Unbequemlichkeit. Es sey dem aber, wie ihm wolle, die Wahrnehmung der Zeit gibt ein Mittel an, den Abstand der Oerter nach O. und nach W. d. h. derselben Länge zu bestimmen. Z. B. man nehme an, man wisse, daß, wenn es zu Amsterdam eine bestimmte Zeit oder Uhr ist, es an einem andern Orte sieben Stunden später sey, so weiß man, daß die Sonne, um von diesem Orte nach dem erstern zu kommen, sieben Stunden nöthig habe, daß folglich die Meridiane dieser Oerter sieben Stunden von einander entfernt liegen, und weil die Sonne von Mittag bis Mittag 24 Sonnenstunden nöthig hat, oder durch Umdrehung der Erde auf ihrer Achse in 24 Stunden 360° zurück zu legen scheint; so findet man, daß sie in sieben Stunden 105° zurücklegen

g) Um den Weiser (I) d. h. den Beobachter, mit Leichtigkeit auf die Breite irgend eines Platzes zu bringen, z. B. auf die Breite von Amsterdam, das ungefähr unter dem $52\frac{1}{2}^\circ$ liegt, hat man nur nöthig, den Bogen (HDE), der durch die Schraube (D) unter dem Horizonte befestigt ist, auf diesen Grad zu stellen, und dann durch Umdrehen des Erdballs auf seiner Achse den gewählten Platz zu suchen. Hierauf drehe man die Schraube (E), welche den Erdball auf seiner Achse befestigt, zu.

wird. Der Bogen des Aequators, der die beyden Oerter bespannt, wird also 105° betragen, d. h. der angenommene Ort wird 105° östlicher liegen, als Amsterdam, oder wenn man Amsterdam für den Anfang der Zählung annimmt, so wird jener Ort 105° östlicher Länge liegen. Kennt man dann auch die Breite dieses Ortes, so ist seine Lage vollkommen bekannt.

Das Finden der Länge auf der See besteht also darin, daß, wenn man weiß, wie spät es auf dem Schiffe ist, man zu finden versteht, wie spät es in demselben Augenblicke an einem bekannten Orte auf dem Lande ist. Diese so berühmte Aufgabe kann jetzt durch Anwendung der dazu geschickten Mittel sehr leicht aufgelöst werden, und es wäre nur zu wünschen, daß alle Seeleute sich dieser Mittel bedienen, und sie nicht, wie doch von den Meisten geschieht, schändlich vernachlässigten. Wie vielem Unglücke würde dadurch nicht zuvorgekommen werden! wie sehr würde nicht dadurch die Zeit langdauernder Reisen verkürzt werden! Auch fordert es der wahre Vorthail der Kaufleute, ihre Schiffer zu ermuntern, von den neuesten Entdeckungen in diesem Fache Gebrauch zu machen.

IV.

Der vierte und wichtigste Dienst, den dieses *Tellurium* uns leistet, besteht darin, daß man mittelst desselben hinlänglich die Erscheinungen erklären kann, welche von der Bewegung der Erde um

ihre Achse in Verbindung mit der jährlichen Bewegung um die Sonne herrühren. Diese Erscheinungen können vorzüglich unter zwey Klassen gebracht werden. Die erste betrifft die Sterne, die andere die besondere Lage der Menschen auf der Erdoberfläche, folglich das Verlängern und Verkürzen der Tage, so wie auch die Veränderungen der Jahreszeiten, nebst allem, was damit verbunden ist.

Was die Sterne betrifft, so wiederholen wir hier, was schon mehrmals gesagt ist, daß selbst die am wenigsten entfernten sich auf einem so unermesslichen Abstände von der Erde befinden, daß wir keinen Unterschied in dem Stande derselben bemerken können, denn an welchem Orte ihrer Laufbahn sich die Erde auch befinden mag, wir sehen sie stets auf dieselbe Weise.

I. Erscheinung. Wenn man zu einer bestimmten Zeit einen Stern in dem Meridian sieht, so wird man diesen Stern immer wieder zu derselben Zeit im Meridian sehen, so viele Umläufe auch die Erde vollbracht haben, d. h. so viel auch die Erde auf ihrer Bahn um die Sonne fortgerückt seyn mag.

Ganz anders verhält es sich mit der Sonne. Um dieses zu zeigen, stecke man die Erde nach den angeführten Regeln auf ihre Laufbahn, gleichviel wo, z. B. auf den ersten Grad in *Libra*, da denn die Sonne im ersten Grade von *Aries* gesehen und den 21. März anzeigen wird. Man bringe den Meridian gerade der Sonne gegenüber und stelle den Weiser

(*W*) auf XII Uhr. Eine jede Stunde ist in 15 Theile vertheilt, jeder Theil macht also vier Minuten aus.

Wenn die Erde auf derselben Stelle bleibt, so wird der Weiser nach einem Umlaufe um die Achse wieder XII U. anzeigen und der Meridian wird wieder der Sonne gerade gegenüber stehen, d. h. die Sonne wird wieder im Meridian gesehen werden. Dieses findet immer mit den Sternen Statt, weil die örtliche Veränderung der Erde in Rücksicht des Abstandes derselben so gering, daß sie für nichts zu rechnen ist, es also darauf hinaus läuft, als wenn die Erde ihren Platz gar nicht veränderte. Man kann also eine solche Umdrehung einen Sterntag nennen, und ihn dann in 24 Theile vertheilen, welches dann Sternstunden sind, so wie auf unserm Uhrweiser.

In Rücksicht der Sonne hingegen ist die Erde in steter Bewegung. Während daß sie einen Umlauf um ihre Achse vollendet, geht sie auch auf ihrer Bahn fort, und durchläuft beynahe einen Grad, oder besser, legt auf dem Zirkel der Tage einen Tag zurück. Man stelle dann den Meridian der Sonne gerade gegenüber, damit man die Sonne so genau als möglich im Meridian habe, und trage nur Sorge, daß der Weiser gerade auf XII U. stehe. Man schiebe die Erde einen Tag fort, doch so, daß die Achse parallel mit sich selbst bleibe, d. h. daß die Seite des Rahmen mit oder auf einem der angeführten Streifen parallel bleibe. Nun lasse man die Erde einen Umlauf machen, welcher gerade vollbracht ist, wenn der Weiser auf

XII U. steht; allein was geschieht? die Sonne ist dann noch nicht im Meridian, und dieses ist kein Wunder; denn da der Meridian durch eine parallele Bewegung einen Grad weiter gebracht ist, so steht die Sonne einen Grad von dem Meridian entfernt, und man muß die Erde einen Grad mehr als einen Umlauf machen lassen, damit die Sonne in den Meridian komme. Wenn man dieses gethan hat, so steht der Weiser über XII U. ungefähr 4 Minuten; die mittelste Zahl genau genommen wird es 3' und 56" betragen; allein man kann in einer Abbildung wie diese, keine Secunden wahrnehmen. Man lasse die Erde noch einen Tag vorwärts gehen, und dann eine Umdrehung machen, d. h. man Sorge, daß der Weiser XII U. 4 Minuten anweise, dann ist die Sonne noch nicht in dem Meridian. Um dahin zu kommen, muß die Erde ungefähr noch einen Grad ablegen, und dann wird der Weiser 8 Minuten über XII U. anzeigen. Man lasse die Erde noch 13 Tage, d. h. im Ganzen 15 Tage fortgehn, dann bemerkt man, daß der Weiser ungefähr auf I U. ist, wenn der Meridian der Sonne gegenüber steht, oder wenn die Sonne wieder in demselben Meridian sich befindet, und in der That, 4 Minuten oder soviel ungefähr an jedem Tage machen eine Stunde nach Verlauf von 15 Tagen. Man kann die Erde die 15 Umläufe machen lassen, allein dieses ist überflüssig und versteht sich von selbst.

Man nennt gewöhnlich einen natürlichen Tag die Zeit, welche zwischen dem zweymaligen

Kommen der Sonne in denselben Meridian, oder Mittagskreis verläuft. Diese Zwischenzeit vertheilen wir in 24 Theile, welche dann Sonnenstunden sind, und diese sind auf 24 Stunden vier Minuten länger als die Sternstunden.

Wenn man, nach der Sonnenzeit gerechnet, heute Abend, z. B. um X Uhr, einen Stern in dem Meridian erblickt, so wird man denselben wieder in dem Meridian sehen, nachdem die Erde eine Umkehrung um ihre Achse vollbracht hat, und folglich 3' 56" früher, als nach Verlauf von 24 Stunden, d. h. um IX U. 56' 4". Am zweyten Tage wird man denselben Stern 3' 56" früher in dem Meridian sehen, und folglich um IX U. 52' 8". Die Zeit wird also alle Tage 3' 56" früher werden, folglich nach 15 Tagen 59'; der Stern wird dann nach 15 Tagen um IX U. 1' in dem Meridian gesehen werden. Die Verfrühung wird also in einem Monate 2 mal 59' oder 1 St. 58' betragen, nach 3 Monaten ungefähr 6 Stunden. Den Stern, den ich heute, z. B. um Mitternacht in dem Meridian sehe, werde ich nach 3 Monaten um VI U. des Abends daselbst erblicken, und nach 6 Monaten ebendaselbst des Mittags, wenn es möglich wäre, ihn zu erblicken, d. h. die Sterne, welche ich an einem gewissen Tage um Mitternacht sehe, werden nach 6 Monaten des Mittags denselben Stand haben, und um Mitternacht gerade dem Platze gegenüber stehen; die Sterne aber, welche jetzt Mittags im Meridiane stehen, werden nach 6 Monaten daselbst um Mitter-

nacht gesehen werden. Mit einem Worte, ich werde nach 6 Monaten um Mitternacht in Norden sehen, was jetzt in Süden erscheint, und umgekehrt in Süden, was jetzt in Norden ist. Hieraus erhellt, daß der Sternhimmel sich täglich verändern muß, und daß solches geschieht, weiß man aus der Erfahrung.

Aus dieser Erscheinung, daß jede Umkehrung der Erde in $3' 56''$ weniger als in 24 Stunden vollbracht wird, folgt, daß die Erde in 24 Sonnenstunden mehr als eine Umkehrung vollbringt, nämlich $\frac{1}{365}$ und folglich in 365 mal 24 Stunden eine Umkehrung mehr als 365, d. h. 366 Umkehrungen in einem runden Jahre.

Wenn wir also sagen, die Erde vollbringt in 24 Stunden eine Umkehrung um ihre Achse, so sprechen wir nicht bestimmt, es sey denn, daß man es von Sternstunden verstehe.

II. Die Erscheinungen, welche wir unter die zweyte Classe gebracht haben, betreffen die besondere Lage der Menschen auf der Oberfläche der Erde. Ehe wir aber diese Lage an sich selbst untersuchen, müssen wir eine Anmerkung vorausschicken.

Die auf der Erdoberfläche zerstreuten Bewohner sehen von da aus die himmlischen Gegenstände, und ihr Gesichtskreis ist eigentlich die Fläche, welche die Kugel auf der Stelle, wo sie sich befinden, berührt und senkrecht auf dem *radius* der Erde steht. Die Krümmung der Erde ist im Anfange wenig von

einer Fläche verschieden, da, wie man weiß, die Peripherie des Zirkels sich in dem Punkte der Berührung mit der Tangente vereinigt. Die Astronomen haben jedoch die Gewohnheit, die Gegenstände des Himmels als aus dem Mittelpunkte der Erde gesehen zu betrachten, und nehmen folglich für Gesichtskreis die Fläche an, welche durch den Mittelpunkt der Erde senkrecht auf dem Diameter stehen würde, der durch den Ort, wovon man spricht, hingeht. Auf der Oberfläche sehen wir daher die Gegenstände niedriger, als sie aus dem Mittelpunkte gesehen werden würden. Der Unterschied aber, welcher daraus entsteht, wird *Parallaxe* genannt.

Der Abstand der Planeten ist so groß in Rücksicht des halben Erddiameters, daß die *Parallaxe* für den Mond, der der Erde am nächsten ist, nur ein wenig mehr als einen Grad und für die Sonne $8\frac{1}{2}''$ beträgt. Wie sehr man auch in vieler Hinsicht darauf Acht zu geben hat, so haben wir hier doch damit nichts zu thun, und zu diesem Ende wollen wir zum Gesichtskreis eines Ortes den Fleck annehmen, welcher durch den Mittelpunkt der Erde geht und senkrecht auf dem Diameter steht, welcher durch den Zenith gezogen ist. Hierauf gründet sich Alles.

Um den Erdball dieses Kunstwerkes ist nämlich eine Zirkelfläche, die sich auf zwey durch den Mittelpunkt gehenden Spindeln bewege, und deswegen in allerley Richtungen gebracht werden kann. Diese Fläche dient zum *Horizonte* oder *Gesichtskreise* aller Oerter auf der Oberfläche der

Kugel in 90° Entfernung, d. h. von den Stellen, welche der Weiser (*I*) anzeigt. Auf derselben Fläche steht senkrecht ein halber Zirkel, in 90° vertheilt, nämlich von *O* auf der Fläche bis 90 zu. In der Mitte, d. h. auf dem 90° ist der Weiser (*I*), welcher senkrecht auf gemeldeter Fläche steht, und folglich bey Verlängerung durch den Mittelpunkt der Erde gehen würde. Der Weiser stellt einen Beobachter auf der Oberfläche der Erde vor, und da der Weiser überall hin auf die Kugel gestellt werden kann, so kann der Beobachter auch den ganzen Erdball durchwandern. Die Platte selbst ist daher der Horizont des Beobachters, und da der Horizont immer mit dem Beobachter zugleich den Platz verändert, so sieht man deutlich, wie der Horizont eines Platzes eine verschiedene Richtung in Beziehung auf die Achse oder den Aequator hat, je nachdem der Platz auf der Oberfläche liegt. Auch unser Gesichtskreis wird verschieden, wenn wir uns von einem Orte der Erde nach einem andern begeben. Die Platte, welche zum Horizonte dient, ist der Bequemlichkeit wegen in 360° eingetheilt, nämlich erst in vier Theile, wo die Worte: Ost, Nord, West und Süd stehen. Ein jeder dieser Theile faßt 90° ; und am gehörigen Orte sind N. O., N. W., S. W., S. O. angedeutet.

Der Beobachter, der hier durch den Weiser (*I*) dargestellt, auf den neuesten Kunstwerken aber durch eine kleine Figur vorgestellt wird, sieht dann die Sonne so lange, als sie über seinem Horizonte ist, und so lange ist es auch bey ihm

Tag. Er sieht sie nicht mehr, sobald sie unter dem Horizonte ist, und dann ist es bey ihm Nacht. Daraus folgt, daß der verschiedene Stand des Horizonts, und folglich auch des Beobachters, Tag und Nacht verschieden machen wird, wenn gleich die Sonne auf derselben Stelle bleibt, so wie man bey Verrücken des Horizonts deutlich beobachten kann.

Die Astronomen unterscheiden drey Stände der Sphäre, d. h. die Erscheinungen des Sternhimmels zeigen sich auf eine verschiedene Art, je nachdem sich der Beobachter auf einem der drey Plätze befindet, nämlich in den Polen selbst, oder auf dem Aequator, oder zwischen den Polen und dem Aequator.

Man stelle den Beobachter in den Nordpol, so folgt von selbst, daß der Horizont mit dem Aequator übereinkommt. Da nun die Zirkel, welche die Sonne oder die Sterne auf ihrer täglichen scheinbaren Bewegung beschreiben, weil sie durch die Umdrehung der Erde auf ihrer Achse geformt werden, parallel mit dem Aequator sind, so werden sie jetzt mit dem Horizonte parallel seyn. Aus diesem Grunde gehen hier die Sterne weder auf noch unter; denn wenn sie einmal über dem Horizonte sind, so bleiben sie immer darüber, und haben sie keine eigene Bewegung, so bleiben sie auch auf derselben Höhe. Dieses erhellt deutlich aus der Umdrehung der Erde um ihre Achse, und aus dem Wege, den der Sonnenstrahl auf dem Globus beschreibt. So geht auch die Sonne, wenn sie einmal über dem Horizonte

ist, nicht unter, und es bleibt Tag. Ist hingegen die Sonne einmal unter dem Horizonte, so wie dieses geschieht, wenn man sie zwischen *Aries* und *Libra* bringt, so ist es beständig Nacht. Dieser Stand wird dann mit Grund paralleler Stand (*sphaera parallela*) genannt.

Wenn der Beobachter sich auf dem Aequator befindet, so verhält es sich ganz anders. Der Horizont, der 90° vom Zenith entfernt ist, geht dann durch den Pol und längs der Achse und steht senkrecht auf dem Aequator; die Sterne werden folglich, durch die Bewegung der Erde um ihre Achse, einen halben Zirkel über dem Horizonte und senkrecht auf demselben beschreiben; Sonne und Sterne werden dann senkrecht auf- und untergehen, Tage und Nächte werden gleich lang seyn, so wie dieses erhellt, wenn man die Erde auf ihrer Achse umdreht, und dem Zirkel, den der Sonnenstrahl beschreibt, nachgeht. Setzt man den Weiser (*W*) auf XII U. wenn die Sonne im Meridian ist, so steht er auf VI U. wenn sie aufgeht, und auf VI U. wenn sie untergeht. Dieser Stand wird mit Grunde senkrechter Stand (*sphaera recta*) genannt.

An allen andern Orten außer den Polen und dem Aequator steht der Horizont schief in Rücksicht des Aequators, wie schon aus seiner Stellung erhellt. Es werden daher die Sonne und Sterne durch ihren täglichen scheinbaren Lauf schiefe Zirkel in Rücksicht des Horizonts beschreiben, d. h. sie werden schief aufgehen, am Mittage am höchsten seyn, schief

sich senken und länger oder kürzer über dem Horizonte bleiben, je nachdem der Stand desselben ist. Dieses wird hinlänglich deutlich, wenn man den Beobachter z. B. auf Amsterdam stellt und den Globus um seine Achse sich drehen läßt. Zwei Tage machen jedoch hiervon eine Ausnahme, die nämlich, an welchen sich die Sonne im Aequator befindet und die Nächte gleich sind. An diesen Tagen tritt die Sonne in den Aequator und schneidet den Horizont in zwey gleiche Theile, wodurch Tag und Nacht gleich wird, wie auch mit Hülfe dieses Kunstwerks erläutert werden kann, wenn man die Erde in *Aries* oder *Libra* stellt. — Die Sonne ist in dem Aequator, wenn sie sich da befindet, wo die *Ecliptic* den Aequator schneidet. Man sieht daraus die Entstehung der Namen: Frühlings- und Herbstschneide, Tag- und Nachtgleichen und Aequator.

Wir wollen dieß nun noch etwas näher betrachten, um die Sache nicht oberflächlich zu behandeln. Hat man an den Polen selbst anhaltend Tag und Nacht, bewegen sich daselbst Sonne und Sterne parallel mit dem Horizonte, hat man auf dem Aequator das ganze Jahr hindurch Tage gleich den Nächten, erheben sich und sinken allda Sonne und Sterne senkrecht auf den Horizont, so sieht man leicht ein, daß, wenn auch die Erscheinungen nicht strict mathematisch dieselben auf einem geringen Abstände von den Polen oder dem Aequator seyn werden, sie dennoch sich nicht so plötzlich ganz verändern, sondern noch

einige Zeit mehr oder weniger auf demselben Fuß, ohne sichtbare Verschiedenheit, fortgehn.

Es ist also nöthig; die Erdbewohner auf eine andere Weise zu betrachten, nämlich als Bewohner dieser oder jener der fünf Climate oder Zonen, worin man mit Grunde den Erdkreis eingetheilt hat. In jeder derselben kommen sehr viele Erscheinungen vor, die in der andern nicht gefunden werden. Man stelle sich nun vor, daß auf diesem Globus Kreise, so wie es wirklich ist, gezogen sind: der Aequator, die beyden Wendekreise, jeder auf $23\frac{1}{2}^{\circ}$ von dem Aequator, und dann noch um die Pole gleichfalls auf $23\frac{1}{2}^{\circ}$ von denselben ein Zirkel, den man Polzirkel nennt. Diese fünf Kreise vertheilen die Erde in fünf Zonen, nämlich: die heisse Zone (*zona torrida*) zwischen den beyden Wendezirkeln, zusammen 47° breit und durch den Aequator in zwey gleiche Theile getheilt; die beyden gemäßigten Zonen (*zonae temperatae*), jede zwischen einem Wendekreise und dem Polzirkel von 43° Breite, die eine auf der nördlichen, die andere auf der südlichen Halbkugel der Erde; endlich die beiden kalten Zonen (*zonae glaciales*) die eine an dem Nordpole bis zum Polzirkel, die andere an dem Südpole bis zum Polzirkel, und jede von $23\frac{1}{2}^{\circ}$ Breite.

Die Alten hielten die heisse Zone für unbewohnt und unbewohnbar, und die gemäßigten allein zum Bewohnen geschickt. Virgil hat dieses also besungen:

Quinque tenent coelum zonae; quarum una corusco
Semper sole rubens, et torrida semper ab igni:
Quam circum extremae dextra laevaue trahuntur
Coerulea glacie concretae, atque imbribus atris.
Has inter mediamque, duae mortalibus aegris
Munere concessae Divum: et via secta per ambas,
Obliquus qua se signorum verteret ordo.

Georg. I. 233.

Ovid schildert es einigermalsen anders:

Utque duae dextra coelum, totidemque sinistra
Parte secant zonae; quinta est ardentior illis:
Sic onus inclusum numero distinxit eodem
Cura Dei: totidemque plagae Tellure premuntur;
Quarum quae media est, non est habitabilis aestu;
Nix tegit alta duas: totidemque inter utramque locavit;
Temperiemque dedit, mista cum frigore flamma.

Metam. I. 45.

Wir fangen mit den gemälsigten Zonen an, wobey wir vorzüglich von vier Erscheinungen sprechen werden.

I. Erscheinung. In diesen Zonen sind in den Zeitpuncten, wo die Sonne sich mit der Ecliptic in dem Aequator schneidet, Tag und Nacht gleich lang. Dieses ist bereits oben angeführt, und wir fügen hier nur hinzu, daß die Gleichheit an den Tagen der Aequinoctien vollkommen ist, an mehreren der vorhergehenden und der nachfolgenden aber nur nahe bei.

II. Erscheinung. Wenn die Sonne von *Capricornus* nach *Cancer* geht, d. h. vom 21. Dec.

bis 21. Juny, so werden die Tage länger und die Nächte kürzer; die Tage werden im Gegentheil kürzer und die Nächte länger, wenn die Sonne von *Cancer* nach *Capricornus* geht, d. h. vom 21. Juny bis zum 21. December. Für die südlichen Zonen findet dasselbe in umgekehrter Ordnung Statt. Dort hat man die längsten Nächte und die kürzesten Tage, wenn man in den nördlichen Zonen die kürzesten Nächte und die längsten Tage hat.

Dieses wird auf dem Tellurium folgendermaßen vorgestellt, und obgleich, wie gesagt, die Sonne unbeweglich bleibt, so scheint sie dennoch, weil die *Ecliptic* eine schiefe Richtung gegen den Aequator hat, während der einen Hälfte zu steigen, oder sich über den Aequator zu erheben, indessen sie während der andern unter denselben zu sinken scheint.

Man bringe den Beobachter auf irgend einen Ort und stelle die Erde auf den ersten Grad in *Libra* so, daß die Sonne in *Aries* erscheine, die Sonne aber so, daß sie mit dem Aequator an diesem Tage übereinkommt; hierauf bringe man den Meridian gerade der Sonne gegenüber und den Uhrweiser auf XII. U. Wenn man nun die Erde um ihre Achse drehet bis die Sonne in den Horizont kommt, so erhellt, daß sie um VI U. auf- und um VI U. untergeht.

Man schiebe die Erde fort bis in den ersten Grad von *Scorpio*, stelle den Rahmen parallel mit dem Streifen, und bringe den Meridian gerade der Sonne gegenüber, den Weiser aber auf XII U. Dreht

man nun die Erde um ihre Achse bis die Sonne in den östlichen Horizont kommt und anfängt, sich über denselben zu erheben; so sieht man, daß es z. B. V U. ist, folglich geht die Sonne um V Uhr auf, eine Stunde früher als zuvor, wenn man ungefähr Paris voraussetzt. Drehet man ferner die Erde um bis die Sonne in den westlichen Horizont kommt, so weist der Weiser alsdann VII U.; die Sonne ist 14 Stunden über dem Horizonte, es war 14 Stunden lang Tag und es ist nur von Abends VII U. bis Morgens V U. d. h. während 10 Stunden Nacht. Auch sieht man, daß die Sonne, die in *Aries* am Mittage im Aequator stand, jetzt anfängt sich zu erheben und am Mittage schon 11° über dem Aequator steht. Die Sonne, welche bereits höher ist, hat auch längere Zeit nöthig um vom Horizonte zu dieser Höhe und von der Höhe zum Horizonte kommen zu können, d. h. der Tag muß länger seyn.

Ein für allemal sey hier bemerkt, daß das Gegentheil für unsere Antipoden, d. h. für die südliche Halbkugel Statt findet; unsere Nacht ist bey ihnen Tag, und da für sie der Südpol über dem Aequator ist, so steht die Sonne, welche sich zwischen dem Aequator und dem Nordpole befindet, in Rücksicht auf sie unter dem Aequator; der Tag ist folglich bey ihnen 10 Stunden und die Nacht 14 Stunden lang.

Man bringe die Erde in *Sagittarius*, dann scheint die Sonne in *Gemini*. Wenn sie im Meri-

dian ist, drehe man den Weiser auf XII U. und sey aufmerksam, welche Stunde der Weiser anzeigt, wenn die Sonne im östlichen Horizonte sich befindet, es ist IV U. 20'. Man bringe die Sonne wieder in den Meridian, und sie kommt beynahe 20° über den Aequator, und wenn sie bis zum westlichen Horizont gesunken ist, so ist es VII U. 40' Abends. Der Tag ist also 15 St. 20' lang, und die Nacht nur 8 St. 40'; das Gegentheil findet bey den Antipoden Statt.

Man bringe ferner die Erde in *Capricornus*, so daß die Sonne in *Cancer* erscheint. Befindet sich nun die Sonne in dem Meridian, dann steht sie im Wendekreise so hoch als möglich, auf $23\frac{1}{2}^{\circ}$ von dem Aequator. Wenn der Weiser alsdann XII U. anweist, wird es IV U. anzeigen, wenn die Sonne im östlichen, und VIII Uhr, wenn sie im westlichen Horizonte ist; der Tag hat 16 Stunden, die Nacht 8 Stunden Länge. Daß dieses der längste Tag sey, erhellt aus dem Gesagten, denn die Sonne ist auf ihre größte Höhe über den Aequator und folglich auch über den Horizont gekommen.

Man bringe die Erde in *Aquarius*, so scheint die Sonne in *Leo*. Die Sonne wird also, wenn man sie in den Meridian bringt, nur 20° über dem Aequator erhaben seyn. Man stelle den Weiser auf XII U.; die Sonne geht dann um IV U. 20' auf, und um VII U. 40' unter, die Tage werden kürzer, die Sonne senkt sich, es ist nur 15 Stunden 20 Minuten Tag.

Wenn man so die Erde fortbewegt bis in *Aries*, so wird die Sonne in *Libra* scheinen, sich in dem Aequator befinden, und Tag und Nacht werden gleich seyn.

Man bringe die Erde in *Taurus*, so scheint die Sonne in *Scorpio*; am Mittage ist die Sonne mehr als 11° unter dem Aequator, die Sonne senkt sich je länger, je mehr. Stellt man den Weiser gehörig auf XII U. wenn die Sonne im Meridian ist, so weist er, wenn die Sonne am östlichen Horizonte ist, VI U. 48', und wenn sie am westlichen ist, IV U.; der Tag ist dann nur 10 Stunden 22' lang, die Nacht aber 13 St. 38', und dieses ist gerade die Tageslänge bey unsern Antipoden. Bey ihnen befindet sich die Sonne zwischen dem Aequator und dem Südpole, sie ist in Hinsicht auf sie über dem Aequator und im Steigen.

Wenn man so fortgeht, so wird man sehn, daß die Tage sich immer mehr verkürzen, daß derjenige Tag der kürzeste ist, an welchem die Erde in *Cancer* steht und die Sonne im *Capricornus* scheint, daß die Sonne folglich für uns so tief als möglich unter den Aequator taucht, indessen sie für unsere Antipoden so viel als möglich über demselben erhaben ist, daß dieser Tag der kürzeste und diese Nacht die längste für uns ist; denn der erste hat nur 8 Stunden, die letzte aber 16 Stunden Länge. Umgekehrt ist es bey den Antipoden.

Geht man weiter fort, so kommt die Sonne ans Steigen, die Tage werden folglich wieder länger etc.

Das Tellurium stellt also die Erscheinungen eben so dar, wie sie in der Natur erfolgen.

III. Erscheinung. Ueberall so wie in den gemäßigten Zonen sind auch in den Polarkreisen Tage und Nächte ungleich, ausgenommen an den Tagen der Aequinoctien. Daher muß man hier bemerken, daß die Ungleichheit zwischen Tag und Nacht größer wird, je nachdem die Gegend näher am Pole liegt, d. h. entfernter vom Aequator, oder, wie man auch sagt, auf höherer Breite sich befindet. Dieses ist die dritte Erscheinung, welche auf dem Tellurium gezeigt und wovon dann die Ursache auf demselben angeführt werden soll.

Man stelle den Beobachter ungefähr auf Madrid, auf $40^{\circ} 20'$ nördlicher Breite, oder um eine runde Zahl zu haben, auf 40° , und die Erde in Capricornus, um den längsten Tag zu bekommen. Wenn man Alles gehörig verrichtet hat, so sieht man, daß die Sonne um IV U. $35'$ auf, und um VII U. $25'$ untergeht; der Tag beträgt 14 St. $50'$, die Nacht 9 St. $10'$. Der Unterschied zwischen Tag und Nacht ist 5 St. $40'$. Man stelle nun den Beobachter auf Petersburg, d. h. auf beynahe 60° Breite, und man sieht, daß die Sonne um II U. $44'$ auf, und um IX U. $16'$ untergeht, der Tag beträgt 18 Stund. $32'$, die Nacht 5 St. $28'$. der Unterschied zwischen Tag und Nacht also große 13 Stunden.

Der Grund davon ist leicht zu finden und wird durch die Maschine anschaulich dargestellt. Wenn man den Beobachter in den Aequator *AE* (Fig. 3)

bringt, so geht der Horizont durch die Pole P und p , steht senkrecht auf dem Aequator und geht längs der Achse Pp . Die Zirkel ZB und zb , Tagbogenzirkel genannt, weil die Sonne sie wegen der täglichen Umdrehung der Erde um ihre Achse zu beschreiben scheint, sind halbe Zirkel, und die Sonne bleibt in der Hälfte der Zeit oder 12 Stunden über dem Horizonte. Allein wenn man den Wahrnehmer oder Beobachter näher nach dem Pole (etwa in T oder t) bewegt, so wird sich der Horizont (HK oder hk) von der Achse (Pp) entfernen; die Sonne wird dann, wenn sie über dem Aequator in Z steht, einen Bogen (ZM oder zm) beschreiben müssen, welcher größer ist, als der halbe Zirkel (ZB), um zu dem Horizonte (HK oder hk) zu kommen, und zwar einen desto größern Bogen (Zm) je nachdem der Gesichtskreis der Achse (Pp) entfernt seyn wird, d. h. je nachdem sich der Beobachter näher am Pole (in t oder T) befindet. Alles übrige gleich angenommen und die Sonne über dem Aequator gestellt, wird also der Tag die Nacht desto mehr übertreffen, je nachdem die Menschen näher am Pole wohnen. Umgekehrt, wenn die Sonne unter dem Aequator (in Z) ist, so begegnet sie eher dem Horizont (hk in l) der Einwohner (t), der am nächsten am Pole ist, als dem Horizont (HK) des Einwohners (T), der davon entfernter ist, d. h. der Tag wird dann mehr von der Nacht übertroffen, und folglich wird die Ungleichheit zwischen Tag und Nacht jedesmal desto größer seyn, je nachdem ein Ort auf einer höhern Breite liegt.

Mit dem Verlängern oder Verkürzen der Tage ist auch im allgemeinen Vermehrung von Wärme und Kälte verbunden. An den längsten Tagen steht die Sonne höher über dem Horizonte, folglich fallen ihre Strahlen weniger schräge und mit mehr Kraft; überdiß bleibt die Sonne auch länger über dem Horizonte. Das Gegentheil findet bey dem Verkürzen der Tage Statt. Dieses nur im Vorbeygehen, weil die besondern Ursachen der Kälte und Wärme, des Sommers und des Winters, nicht hierher gehören. Ich merke hier nur an, daß wir mathematisch astronomisch Frühling diejenige Zeit nennen, welche die Sonne nöthig hat, um vom Aequator zum nördlichen Wendekreise zu kommen; daß dann, wenn die Sonne am höchsten steht oder am meisten in unser Zenith gekommen ist, der Sommer anfängt, welcher bis zur Rückkehr der Sonne in den Aequator dauert; dann fängt der Herbst an, welcher so lange währt, bis die Sonne am niedrigsten unter dem Aequator steht, oder sich auf dem größten Abstände von unserm Zenith befindet; alsdann nimmt der Winter seinen Anfang, welcher bis zur Rückkehr der Sonne zum Aequator dauert. Die Sonne ist also, wenn sie zu Anfange des Frühlings und des Herbstes sich im Aequator befindet, auf dem mittlern Abstände von unserm Zenith.

Diese Anmerkung wird ihre Anwendung finden, wenn wir von den Erscheinungen der heißen Zone handeln werden.

IV. Erscheinung. Die vierte und letzte Erscheinung besteht darin, daß man in den gemäßigten Zonen die Sonne am Mittage jedesmal nach derselben Seite sieht, in der nördlichen Zone jedesmal nach Süden, in der südlichen jedesmal nach Norden.

Die Sonne kommt nicht über die Wendekreise, folglich sieht man sie stets zwischen denselben, d. h. wir Einwohner des nördlichen Himmelsstriches sehen die Sonne nach Süden, und die Einwohner der südlichen Zone nach Norden, folglich richtet sich der Schatten bey uns am Mittage nach Norden und bey unsern Antipoden nach Süden, mit einem Worte, jedesmal nach derselben Seite. Darum nennen die Alten die Einwohner der gemäßigten Zonen *Heteroscii* oder Einschattige, daher kommt es, daß bey uns der Schatten jedesmal von Westen durch Norden nach Osten geht, und daß wir, nach W. gekehrt, die Sonne linker Hand, und den Schatten rechter Hand haben. Umgekehrt ist es bey unsern Antipoden, und in der heißen Zone ist die Sache durchaus anders.

Man sieht, wie leicht alle diese Erscheinungen durch dieses Kunstwerk gezeigt und erklärt werden. Hierzu kommt noch, daß man vermittelst desselben auch die Fragen, die man gewöhnlich mit Hülfe künstlicher Globen auflöst, bequem und mit Genauigkeit auflösen kann. Dieser Erdglobe ist in der That so vortreflich eingerichtet, und so geschickt eine deutliche Vorstellung des Gegenstandes zu geben, daß

es zu wünschen wäre, alle Erdgloben möchten auf diese Weise eingerichtet seyn, und der unbewegliche Horizont bey denselben weggelassen werden. Denn bey diesem muß man die Achse des Globen steigen oder sinken lassen, um den Globe auf die gegebene Breite zu stellen, obgleich die Achse der Erde stets denselben Stand behält. Dadurch werden aber nur falsche Vorstellungen bey den Lernenden erzeugt *h)*; hier im Gegentheil bleibt, so wie in der Natur, die Erde wo und wie sie ist, der Reisende allein verändert seinen Weg, und mit ihm verändert sich auch die Richtung des Horizonts.

I. Frage. Wenn geht die Sonne an einem bekannten Orte auf, und wie spät geht sie unter? Dieses ist im Laufe dieser Erklärung schon mehrmals angezeigt.

II. Frage. Wo geht die Sonne an einem gegebenen Orte und Tage, z. B. zu Amsterdam, am 9. März auf, und wo geht sie daselbst unter?

Man bringe die Erde auf den 9. März, um die Sonne da zu sehen, wo sie sich an diesem Tage befindet; stelle den Beobachter auf die Breite von Amsterdam, dem Meridian der Sonne gegenüber, und den Uhrweiser auf XII U. wiewohl letzterer eigentlich zu Beantwortung dieser Frage nicht nöthig, aber

h) Dieses ist vorzüglich erwiesen in dem vortreflichen Werk von dem erfahrenen C. Covens, unter dem Titel: Handleiding tot de Kennis en het gebruik der Hemel- en Aard-Globen, bevattende tevens de Beschryving van de Constructie, en het gebruik van eene geheel nieuwe Aard-Globe. 8. Amsterd. by Mortier, Covens en Sohn. 1802.

er dient zum folgenden. Man drehe nun die Erde um ihre Achse, damit man die Sonne auf den Platz bringe, wo sie aufgeht. Jetzt wird man auf dem Horizonte sehen, daß es N. O. gegen O. und ein wenig gegen N. ist. Auf gleiche Weise sieht man, daß die Sonne in N. W. gegen W. ein wenig gegen N. untergeht; man kann sogar die Grade aufsuchen.

III. Frage. Um welche Stunde kommt die Sonne in den ersten Verticalkreis, d. h. in den Bogen, welcher aus dem Zenith durch O. und W. geht, oder lieber in das wahre O. und W., und wie hoch ist dann die Sonne?

Man lasse alles, wie beym Vorhergehenden, drehe die Erde auf ihrer Achse um, bis die Sonne gerade über O. auf dem Horizonte steht, und man findet, daß es dann VII U. 8', oder so ungefähr ist, und wenn die Sonne in W. sich befindet, so ist es IV U. 52'.

Um die Höhe der Sonne für diesen Augenblick oder auch in einer andern Zeit zu bestimmen, gebrauche man den kupfernen Quadrantzirkel, welcher einzeln in dem Kistchen liegt, und stelle denselben auf den Meridian auf 90° , d. h. in das Zenith. Sein Ende wird dann den Horizont berühren, weil der Abstand zwischen Zenith und Horizont 90° beträgt. Da aber der Quadrant vermittelst eines Gelenks den halben Horizont herumgehn kann, so bringe man ihn der Sonne gegenüber, welche schon in O. oder W. gebracht ist, und sehe, wie viel Grade sie über dem Gesichtskreise steht.

Es versteht sich von selbst, daß man dieses für alle Augenblicke des Tages thun, und folglich zu allen Zeiten wissen kann, wie hoch die Sonne über dem Horizonte stehe, theoretisch nämlich; denn in der Natur muß man auf die Refraction oder Strahlenbrechung Rücksicht nehmen, wodurch alle Gegenstände höher gesehn werden, als sie wirklich sind.

IV. Frage. Wie hoch steht die Sonne, wenn sie im Meridian ist?

Es ist von selbst deutlich, daß wenn man den Meridian der Sonne gegenüber bringt, der Grad, welchen die Sonne über dem Horizonte anweist, die Höhe derselben über dem Horizonte zu erkennen gibt.

Diese Frage würde, an sich selbst betrachtet, wenig unsere Aufmerksamkeit verdienen, allein sie lehrt uns die Art und Weise kennen, wodurch die Breite, auf welcher irgend ein Ort liegt, bestimmt wird. Man nehme an, die Sonnenhöhe in dem Meridian von Amsterdam wahrgenommen zu haben; wenn man nun weiß, (und dieses lehren astronomische Tafeln) wie viel Grade die Sonne an dem Tage über oder unter dem Aequator steht, d. h. welches ihre Declination oder Abweichung ist, so weiß man auch, wie viel der Aequator über oder unter dem Horizonte ist. Man nehme hier an, daß der Abstand der Sonne über dem Aequator oder ihre nördliche Declination $7^{\circ} 30'$ sey, die Son-

nenhöhe sey $45^{\circ} 8'$, so ist der Aequator über dem Horizonte $37^{\circ} 38'$ erhaben i).

Der Abstand vom Horizont bis zum Zenith ist 90° , daher ist der Unterschied $52^{\circ} 22'$ der Abstand von Amsterdam, d. h. von unserm Zenith bis zum Aequator, und dieses ist was man Breite nennt, oder auch mit einer passendern Benennung Polhöhe; denn der Pol der Erde steht an der Nordseite gerade so viel über dem Horizonte, als der Zenith über dem Aequator. Vom Aequator bis zum Zenith sind $50^{\circ} 22'$, folglich vom Zenith bis zum Pol $37^{\circ} 38'$, allein vom Zenith bis zum Horizont 90° , folglich vom Pol bis zum Horizont $52^{\circ} 22'$ k).

Auf diese Art folgern die Astronomen aus der Sonnenhöhe die Breite eines Orts, vorausgesetzt,

i) Fig. 3. $KZ = 45^{\circ} 8'$

$$AZ = 7 \quad 30$$

$$AK = 37 \quad 38$$

$$KT = 90$$

$$AT = 52 \quad 22$$

k) $TK = 90^{\circ}$

$$AT = 52 \quad 22'$$

$$TP = 37 \quad 38$$

$$TH = 90$$

$$PH = 52 \quad 22$$

dafs sie gute Werkzeuge gebrauchen, und auf die Strahlenbrechung, so wie auf alle Umstände gehörig Rücksicht nehmen.

Wir gehen jetzt zu den Erscheinungen über, welche in der heifsen Zone Statt finden; es sind deren vier.

I. Erscheinung. Die Einwohner der heifsen Zone sehen die Sonne und die Sterne senkrecht auf- und untergehn; die Tagbogen, die diese beschreiben, stehen senkrecht auf dem Gesichtskreise. Wir haben dieses bereits oben gesehen.

II. Erscheinung. Unter dem Aequator ist jedesmal der Tag der Nacht gleich, und der Unterschied ist in der ganzen heifsen Zone nur gering, denn auf den äufsersten Gränzen derselben dauert der längste Tag keine drei viertel Stunden über 12 Stunden; er ist folglich nur ein und eine halbe Stunde von der kürzesten Nacht verschieden. Auch dieses ist schon oben gezeigt worden.

III. Erscheinung. Die Bewohner der heifsen Zone sehen am Mittage die Sonne während sechs Monaten nach N. und während sechs Monaten nach S. und zweymal im Jahre in dem Zenith.

Man stelle den Beobachter unsers Globen auf den Aequator und bringe die Erde in *Libra*, damit die Sonne in *Aries* scheine. Man sieht dann: 1) dafs die Sonne Mittags im Zenith steht, 2) dafs, wenn man die Erde fortgehn läfst, die Sonne allmählig steigt und sich vom Zenith entfernt, 3) dafs sie $23\frac{1}{2}^{\circ}$ gegen Norden von demselben absteht, wenn

die Sonne in *Cancer* scheint; 4) daß in der Folge, wenn man die Erde weiter schiebt, die Sonne wieder dem Aequator oder dem Zenith sich nähert und auf den 21. Sept. wieder in demselben, d. h. in dem Aequator steht. Wenn die Erde weiter fortgeht, so weicht die Sonne von dem Aequator, d. h. von dem Zenith ab nach dem Südpol, bis sie den 21. December zu ihrer höchsten Stelle gekommen, worauf sie wieder bis zu dem 21. März in den Zenith zurück geht.

IV. Erscheinung. Auch die Einwohner ausserhalb dem Aequator, aber dennoch in der heißen Zone, sehen die Sonne am Mittage, auf längere oder kürzere Zeit, je nachdem ihre Lage ist, entweder in Norden oder in Süden, und endlich zweymal im Zenith (Scheitelpunct).

Stellt man den Beobachter irgendwo in der heißen Zone, z. B. auf den 15° nördlicher Breite, so sieht man, daß die Sonne, wenn sie auf den 15° vom Aequator sich befindet, oder eine nördliche Declination von 15° hat, in den Zenith ist; daß sie in der Folge zwischen dem Zenith und der Nordbreite steht, und folglich durch den Beobachter in N. gesehen wird; daß sie, wenn sie sich dem Aequator wieder nähert und 15° von demselben absteht, noch einmal in den Zenith kommt, und daß sie in der Folge ihrer Laufbahn stets zwischen demselben und dem Südpole, folglich am Mittage in S. gesehen wird.

Eine Folge hieraus ist, daß für die Bewohner des nördlichen und südlichen Wendekreises, d. h.

auf den Gränzen der heißen Zone, die Sonne jährlich nur einmal in dem Zenith, wenn sie nämlich im Wendekreise ist, und nachher Mittags immer nach einer Seite, für die Bewohner des nördlichen Wendekreises nach S. für die des südlichen nach N. gesehen wird.

Wenn die Sonne im Zenith eines Ortes ist, so werfen die Körper keinen Schatten. Daher kommt es, daß die Bewohner der heißen Zone zweymal im Jahre (die auf den Wendekreisen dagegen nur einmal) Ohnschattige (*Ascii*) und weil während einiger Zeit die Sonne im Norden, folglich die Schatten nach Süden, während der andern Hälfte des Jahres aber nach Süden gesehen wird, folglich die Schatten nach Norden fallen, im Gegentheil von den Bewohnern der gemäßigten Zone, Doppelschattige, oder mit einem Ausdruck der Alten *Amphiscii* sind.

Für diejenigen, welche in den gemäßigten Zonen wohnen und folglich gewohnt sind, die Sonne am Mittage allezeit in Süden und nach Westen gekehrt, linker Hand, den Schatten aber rechter Hand zu sehen, muß es eine befremdende Erscheinung seyn, das Gegentheil davon zu bemerken, wenn sie sich unter den Wendekreisen befinden. Der berühmte Geschichtschreiber Herodot weigert sich aus diesem Grunde, wenn er von den Phöniziern spricht, welche vom rothen Meere aus Afrika umschifft hatten, und bey ihrer Rückkunft erzählten, daß sie die Sonne rechter Hand gesehen hätten, ihnen zu

glauben *l)*. Hieraus erhellt, wie man aus Unkunde die historische Treue der Reisenden in Zweifel setzen kann. Lucanus scheint besser in der Sternkunde unterrichtet gewesen zu seyn. Wenn er von den Arabern erzählt, welche aus der heißen Zone nach der gemäßigten reisen, spottet er ihrer Verwunderung darüber, daß sie nicht, wie sie gewohnt waren, den Schatten zur linken Hand sahen *m)*, und von der Stadt Syene, die beinahe unter dem nördlichen Wendekreise liegt, sagt er sehr richtig *n)*, daß allda an einem bestimmten Tage die Körper keinen Schatten werfen. Doch dieses nur im Vorbeygehn.

Aus dem Gesagten erhellt, daß die Sonne in der heißen Zone wenige Verschiedenheit in den Jahreszeiten verursacht, daß man daselbst nicht sagen kann, Herbst oder Frühling zu haben, wohl aber in dem obenangeführten Sinne, Sommer, wenn die Sonne im Zenith steht, und Winter, wenn sie am weitesten vom Zenith entfernt ist. Es gibt daher in diesem Sinne zwey Sommer, und zwey Winter, allein dieses ist unbestimmt, und man unterscheidet dort die Jahreszeiten nach den Regenzeiten. Der Zweck dieser Abhandlung erlaubt uns nicht, auf physische Gegenstände überzugehen; wir sind verpflichtet uns an astronomische zu halten.

l) Histor. lib. IV. Sect. 42. Ed. Gronovii.

m) Ignotum vobis, Arabes, venistis in orbem,
Umbras mirati nemorum non ire sinistras. *Phars.* III. 247.

n) Atque umbras nusquam flectente Syene. *Ibid.* II. 587.

Nun noch ein Wort von den kalten Zonen, wovon drey Erscheinungen unsere Aufmerksamkeit auf sich ziehen.

I. Erscheinung. Für die Bewohner der Pole selbst scheinen die Sterne und die Sonne Tagbögen zu beschreiben, die ganze Zirkel sind, parallel mit dem Gesichtskreise, und deswegen sieht man hier stets dieselben Sterne. Hiervon ist schon oben gesprochen worden.

II. Erscheinung. Die Einwohner unter den Polen haben einen sechs Monate langen Tag und eine darauf folgende sechs Monate lange Nacht. Dieses kann durch das Kunstwerk anschaulich vorgestellt werden.

Der Tag dauert so lange als die Sonne über dem Horizonte ist; die Sonne aber ist sechs Monate lang über dem Aequator, und der Horizont kommt für die Polbewohner mit dem Aequator überein.

Ich füge noch hinzu, daß die Strahlenbrechung, die hier sehr groß ist, die Gegenstände erhebt und bewirkt, daß die Sonne noch über dem Horizonte erscheint, wenn sie bereits unter demselben ist, wodurch es kommt, daß der Tag merklich verlängert und die Nacht verkürzt wird, ohne hier von der langdauernden Dämmerung oder den Nordlichtern zu sprechen. Die Dienste, welche in dieser Hinsicht der Mond leistet, kommen beym *Lunarium* in Erwägung.

III. Erscheinung. Für alle Bewohner der kalten Zone, wo sie sich auch befinden, ist eine Zeit immerwährender Tag und eine Zeit immerwährende Nacht.

Man bringe den Beobachter z. B. auf 77° nördlicher Breite und stelle die Erde auf den 21. April, so ist für den Bewohner keine Nacht mehr, sondern er genießt immerwährenden Tag bis zum 29. August. Die Sonne hat dann eine nördliche Abneigung von 13° und unser Beobachter steht 13° vom Pole entfernt; deswegen macht sein Horizont mit dem Aequator einen Winkel von 13° . Sobald aber die Sonne mehr als 13° über dem Aequator steht, so wird sie während einer täglichen Umwandlung den Horizont nicht berühren, d. h. sie wird während der ganzen Umdrehung der Erde um ihre Achse über dem Horizonte bleiben, und es ist beständig Tag; vom 29. Aug. bis zum 15. October, da die Sonne 13° südliche Abweichung hat, und vom 15. Februar bis zum 25. April, da die Abweichung dieselbe ist, wechseln Tag und Nacht ab; vom 28. October bis zum 15. Februar ist hingegen beständig Nacht.

Es erhellt übrigens, daß für die Polbewohner die Sonne auf dem Sommersonnenstande nur 13° und unter dem Pole selbst nur 47° über den Horizont kommt. Die Sonnenstrahlen fallen also zwar sehr schräge auf den Erdboden, und haben eine sehr schwache Wirkung; allein diese wird wieder durch die immerwährende Anwesenheit der Sonne über dem Horizonte verstärkt. Dessen ungeachtet führen

diese Gegenden mit Recht den Namen von kalten Zonen, und man weiß, daß daselbst die Seen mit Eise bedeckt sind. Virgil sagt von denselben mit Wahrheit: „*Caerulea glacie concretæ*“ nicht allein in Rücksicht der Menge des Eises, sondern insbesondere in Rücksicht dessen Farbe, denn diese ist zufolge F. Martens in seiner Reise nach Spitzbergen von einem schönen, etwas ins Grünlichte fallenden Blau.

Es erhellt ferner, daß in diesen Zonen ebenfalls nur zwey Jahreszeiten Statt finden, nämlich Sommer und Winter, welche sich auf eine bemerkbare Weise durch eine beständige Nacht, oder durch einen beständigen Tag unterscheiden.

Wenn es beständig Tag ist und die Sonne nicht untergeht, so scheint sie an einem und demselben Tage in O. S. W. und N. im Zirkel herum, und die Schatten beschreiben daher in jeden 24 Stunden einen Zirkel, weswegen die Polbewohner von den Alten *Periscii* oder Rundumschattige genannt wurden.

Aus dem Gesagten erhellet also, daß alle Erscheinungen der Jahreszeiten, das Zu- und Abnehmen der Tage und Nächte, das Steigen und Fallen der Sonne von dem schiefen Stande der Erdachse auf der Ecliptic abhängen. Stünde die Achse rechtwinkelig, oder wie in dem Monde bey nahe rechtwinkelig, auf der Ecliptic, so würden die Jahreszeiten wenig unterschieden seyn; stünde hingegen die Erdachse parallel gegen die Ecliptic,

oder machte sie mit ihr einen kleinen Winkel, z. B. von 25° , so wie die Achse der Venus, so würde die heiße Zone in oder ungefähr an den Polen, die kalten hingegen in oder ungefähr unter dem Aequator Statt finden. Aus weissen Ursachen ist aber der Stand der Erde von dem Schöpfer also geordnet, und wahrscheinlich, wie der berühmte Nieuwland zu beweisen versucht hat, eine nothwendige Folge der allgemeinen Schwerkraft, von der alle himmlischen Körper in ihren Bewegungen beherrscht werden. Allein dieser Gegenstand liegt aufserhalb unsern Gränzen, und wir verlassen das *Tellurium*, dessen Theile und Anwendung ausführlich beschrieben worden sind.

L u n a r i u m.

Zum Lunarium gehören folgende Stücke:

1) Der H o r i z o n t oder Gesichtskreis, welcher den Erdball umgibt, und der Rahmen, worin die Spindel des Erdballs ruht (Tab. II.)

2) Ein kleiner Erdball, welcher auf einer ähnlichen Spindel, als der groſse, ruht, und den groſsen ersetzt. Wir werden jedoch bey der Erklärung mancher Erscheinungen den groſsen Erdball statt des kleinen gebrauchen.

3) Ein Zubehör von drei Ringen, welche durch zwei Pfeiler und von unten durch ein Kreuzwerk mit einander in Verbindung stehen. Der unterste Ring ist beweglich, so wie auch die Pfeiler, die daran geschraubt sind, und der oberste Ring, welchen sie tragen. Dieser bewegt sich auf zwey Spindeln, kann in gehörige Neigung gestellt, und dann durch eine Schraube in den auf den Armen des Kreuzes gemachten Aushölungen befestigt werden. Die Arme sind an einem viereckigten Rahmen befestigt. In die Mitte dieses Rahmens wird der Bügel, welcher den Erdball trägt, gestellt,

Der dritte Ring wird von vier Stützen auf den Armen des Kreuzes getragen.

4) Ein sehr kleines Mondbällchen, welches sich längs dem obersten Ringe bewegt.

5) Ein großer Mondball, umgeben von einer beweglichen Kapsel (Fig. II.). Dieser kann an die Stelle des kleinen gesetzt werden, und bedeckt dann dasselbe o).

Diese Stücke sollen übrigens noch besonders beschrieben werden, wenn wir sie zu dem Zwecke, wozu sie tauglich sind, anwenden.

Ist es Wahrheit und erhellt es vollkommen aus dem im vorigen Gesagten, daß die Sonne ein großes Licht genannt werden kann, bestimmt zur Herrscherin des Tages: so ist es nicht weniger wahr, daß der Mond ein kleines Licht ist, bestimmt zum Beherrscher der Nacht, und daß beyde zusammen als Zeichen zur Bestimmung der Zeiten, Tage und Jahre dienen. Die Erscheinungen, welche der Mond uns liefert, verdienen in jeder Rücksicht unsere Aufmerksamkeit.

Die Erscheinungen, welche sich mittelst des *Lunarium* anschaulich darstellen lassen, können unter vier Klassen gebracht werden. 1) Die besondern Erscheinungen der abwechselnden Mondscheine (*phases*). 2) die Bewegung des Mondes auf seiner

o) Bey den neuesten Instrumenten fällt dieses Stück gänzlich weg; das kleine Mondbällchen aber ist halb schwarz und halb weiß, und kann folglich das Letztere ersetzen.

Anmerk. des Uebersetzers.

eigentlichen Laufbahn. 3) Alles dasjenige, was das Kommen des Mondes in den Meridian, dessen ganze Erscheinung über dem Horizonte, die Zeiten seines Auf- und Untergangs betrifft; und endlich 4) die Eclipsen oder Sonnen- und Mondfinsternisse.

I.

Der Mond bewegt sich um die Erde und zugleich mit der Erde um die Sonne. Hieraus entspringen verschiedene Erscheinungen, und man bemerkt sogleich, daß sie sehr zusammengesetzt seyn müssen, weil sie von zwey besondern Bewegungen abhängen.

Wir müssen hier wiederholen, was bereits oben gesagt ist, daß nämlich der Abstand der Fixsterne in Rücksicht der Laufbahn der Erde so groß ist, daß, auf welcher Stelle ihrer Laufbahn die Erde auch seyn mag, wir die Sterne so sehen, als wenn die Erde ihren Platz nicht verändere; daher sehen wir von der Erde aus den Mond in den verschiedenen Zeichen des Thierkreises, gleichsam als stände die Erde still in dem Mittelpuncte des Zodiacus.

Um die Bewegungen des Mondes und die daraus fließenden Erscheinungen zu zeigen, nehme man den kleinen Erdball, und stelle den beweglichen Horizont, welcher den großen umringt, auf die Spindel des kleinen. Dann stellt man die Spindel in den kupfernen Bügel und diesen in den Rahmen des für das Lunarium geschickten Zubehörs (s. Taf. II.). Dieses muß so geschehen, daß die

zwey Zeichen, wovon das eine auf dem Rahmen, das andere auf dem Bügel eingeschnitten ist, mit einander übereinkommen. Dieser ganze Apparat wird auf die Tafel auf den Monatskreis, so wie man es mit dem Tellurium gemacht hat, gestellt, und der Weiser (*M*), der die Tage oder Grade andeutet, und dessen Spitze mit dem Mittelpunkt der Erde übereinkommt, nach Februar gekehrt. Ein kleiner Sonnenball befindet sich in der Mitte der Tafel von gleicher Höhe mit dem obersten Ringe. Der mittelste Ring ist in Zeichen und Grade vertheilt; der oberste ist nicht allein in 360° sondern auch noch in 245 Theile eingetheilt. Er ruhet auf zwey Pfeilern und ist auf einer Spindel beweglich, kann parallel mit der Tafel gesetzt oder als sich neigend auf dieselbe und in bestimmter Neigung durch eine Schraube fest gemacht werden. Längs dem obersten Ringe bewegt sich mit seinem Zubehör ein kleiner Mondball, an dessen Stelle auch der grofse gesetzt werden kann. An diesem Zubehör hängt los und folglich senkrecht ein kupfernes Dräthchen, welches auf dem mittlern Ringe die Zeichen und Grade anweist.

Man kann das Mondbällchen längs dem obersten Ringe herumgehen lassen und dann macht der Mond einen Umlauf um die Erde. Man kann gleichfalls die Erde auf ihrer Laufbahn um die Sonne herum gehen lassen, wodurch der Mond mitgeführt wird. Auf diese Weise werden die zwey Bewegungen, welche der Mond hat, angezeigt.

Beobachtungen haben gelehrt, daß der Mond, um von einem gegebenen Grade eines gegebenen Zeichens wieder zu demselben zu kommen oder um einen runden Umlauf (*revolutio tropica*) zu thun, 27 Tage, 7 Stunden und 44 Minuten nöthig habe, d. h. beynahe $27\frac{1}{3}$ Tage, woraus folgt, daß der Mond auf seiner mittlern Bewegung $13^{\circ} 10' 34''$ täglich zurücklegt und deswegen 9 Theile auf dem Zirkel des obersten Ringes, der in 245 Theile getheilt ist, eine Eintheilung, welche von dem Erfinder der Bequemlichkeit wegen eingeführt worden ist.

Man kann unserm Mondball die Schnelligkeit geben, die zur Nachahmung der Natur nöthig ist, wenn man ihn für jeden Tag $13^{\circ} 11'$ auf dem Zirkel der Grade und 9 Theile auf dem andern Zirkel fortgehn läßt.

Aus diesem Umlaufe, der hier wohl gezeigt, aber nicht bewiesen wird, folgen zwey Erscheinungen, die durch das Lunarium zur Anschauung dargestellt und in der Natur wirklich wahrgenommen werden.

I. Erscheinung. Der Mond ist, so wie die Erde, ein dunkler Körper, der von der Sonne erleuchtet wird, und dessen halbe erleuchtete Oberfläche immer nach der Sonne zugekehrt ist. Hieraus und aus der Bewegung der Erde fließen die Mondscheine (*phases*).

Um diese kenntlich zu machen, stellt man den großen Mondball (Taf. II. Fig. 2) auf den Apparat. Dieser ist mit einer halben schwarz gefärbten Kapsel

umgeben. Man bringe zuvörderst den Mond gerade zwischen Sonne und Erde, und kehre die erleuchtete Seite nach der Sonne. Die dunkle Seite steht also nach der Erde zu — und wir sehen den Mond nicht; es ist dann Neumond.

Man bringe den Mond 90° von der Sonne, der Ordnung der Zeichen gemäß, und wende die erleuchtete Oberfläche nach der Sonne. Jetzt ist die Hälfte der erleuchteten Oberfläche nach der Erde gekehrt und die andere Hälfte ist in Rücksicht der Erde dunkel — wir sehen also nur die Hälfte des Mondes; denn wir haben das erste Viertel.

Man bringe den Mond auf 180° , d. h. der Sonne gerade gegenüber; dann ist die ganze erleuchtete Seite der Sonne und zugleich auch der Erde zugekehrt; wir sehen ihn also ganz — und es ist Vollmond.

Bringt man den Mond auf 240° , d. h. auf 90° von der Sonne, doch so, daß jedesmal die erleuchtete Seite nach der Sonne gekehrt ist, so ist ebenfalls wieder nur die Hälfte der erleuchteten Scheibe sichtbar, und es ist das letzte Viertel. Geht man so fort, so wird die erleuchtete Scheibe je länger desto kleiner, und verschwindet endlich ganz, wenn der Mond nach einem Umlaufe wieder neu ist.

Hieraus erhellt also, wie und warum wir in jedem Monate das Mondlicht abwechseln, oder den Mondschein, die Lichtgestalten (*phases*) in einer regelmäßigen Ordnung fortgehn sehen. Solche abwechselnde Scheine finden auch für den Planet Venus Statt, und werden durch gute Ferngläser deut-

lich beobachtet. Durch groſſe Telescopen hat man dergleichen ebenfalls im Mercur wahrgenommen; allein es ist schwer, diesen nachzugehen, weil Mercur so kurze Zeit über dem Horizont und stets dicht bey der Sonne steht. Auch die Scheibe des Mars verändert deutlich ihre Form, je nachdem er sich in Rücksicht der Sonne entweder an dieser oder einer andern Stelle befindet. — Unserm Zweck gemäß müssen wir hier die Mondscheine (*phases*) mit Genauigkeit betrachten.

Wir haben bis jetzt die Erde als stillstehend angesehen. Der Mond bewegt sich um dieselbe in 27 T. 7 St. 44', und dem ersten Anscheine nach sollte man folglich glauben, der Mond müſſte alle 27 T. 7 St. 44' wieder gerade der Sonne gegenüber stehn, oder voll seyn. Jedermann weiß aber, daß dies nicht erfolgt, sondern daß die Vollmonde oder mit einem Worte, dieselben Scheine erst nach $29\frac{1}{2}$ Tagen oder bestimmter nach 29 Tagen, 12 Stunden 44 Minuten wieder kommen. Der Unterschied beträgt also 2 Tage und 5 Stunden. Die Ursache davon liegt in der Bewegung der Erde auf ihrer Laufbahn, und ist vollkommen dieselbe, welche den Unterschied zwischen Sonnen- und Sernenzzeit hervorbringt. Man bringe den Mond in Opposition mit der Sonne, d. h. man stelle dieselbe gerade dem kupfernen Meridian gegenüber, so, daß die Mittelpuncte der Sonne, des Mondes und der Erde in einer geraden Linie stehn.

Wenn die Erde still stände, so würden die drey Körper nach 27 T. 7 St. 44' sich wieder in demselben

Stande befinden; allein in dieser Zeit geht die Erde in ihrer Laufbahn fort. Wollte man daher die Erde auf dem Zirkel der Monate $27\frac{1}{3}$ Tage weiter stellen, so würde der Mond, wenn man denselben auf seiner Laufbahn herumgeführt hätte, wieder auf denselben Platz, von welchem er ausgegangen ist, gekommen seyn; man lasse ihn darum stehen. Allein, steht er nun der Sonne gegenüber? wird er, die erleuchtete Scheibe nach der Sonne gekehrt, von der Erde aus im Vollmonde gesehn? Nein: denn um der Sonne gerade gegenüber zu stehn, muß er noch weiter fort-rücken. 27 Tage, 7 Stunden 44' nämlich machen auf dem Tageskreise nahe bey 27° . Da der Mond auf seiner Bahn $13^\circ 10' 34''$ täglich durchläuft, so wird er um 27 Grad zu durchlaufen, etwas mehr als 2 Tage und 1 Stunde nöthig haben, und während der 2 Tage gehet die Erde wieder fort. Daher bringe man den Mond 27° auf dem Ringe und die Erde auf dem Zirkel der Monate 2 Tage weiter, allein dann ist der Mond der Sonne noch nicht gegenüber, und muß in der That noch 2 Tage oder Grade, welche die Erde schon durchlaufen hat, einholen; d. i. es ist noch 4 Stunden von dem Vollmonde entfernt, welche zu 2 Tagen und 1 Stunde hinzugefügt, volle 2 Tage und 5 Stunden ausmachen, und welche über der runden Umlaufszeit von einem Vollmonde zum andern verlaufen.

Wenn es Neumond ist, so ist er in *Conjunction* oder Zusammenkunft; darum nennt man die Umlaufszeit von 29 Tagen 12 St. 44' einen synodi-

schen Monat (*revolutio synodica*), d. h. die Zeit, welche der Mond nöthig hat, um wieder mit der Sonne und der Erde in Conjunction zu seyn, welche 2 Tage 5 Stunden länger ist, als die runde Umlaufzeit (*revolutio tropica*).

II. Erscheinung. Eine andere Erscheinung beym Zu- und Abnehmen des Mondes, welche eine besondere Aufmerksamkeit verdient, ist diese, daß, wenn der Mond zunimmt, der erleuchtete Theil jedesmal nach W. und wenn er abnimmt, jedesmal nach O. gekehrt ist, so, daß man aus dem Ansehn des Mondes wissen kann, ob der Mond zu- oder abnimmt, ob es das erste oder letzte Viertel ist. Man frage unser Kunstwerk um Rath. Die erleuchtete Scheibe ist stets nach der Sonne gekehrt. Man bringe den Mond in Conjunction mit der Sonne, dann ist er am Mittage im Meridian. Man bewege den Mond nach der Ordnung der Zeichen, die erleuchtete Seite nach der Sonne gekehrt; dann steht die erleuchtete Seite, von der Erde aus gesehn, nach Westen. Man thue dasselbe für das letzte Viertel, und der erleuchtete, von uns gesehene Theil steht dann nach Osten. Daß diese Erscheinungen Statt finden müssen, folgt aus der relativen Bewegung, welche die Sonne scheinbar, der Mond aber wirklich um die Erde hat.

III. Erscheinung. Der Vollmond liefert noch eine merkwürdige Erscheinung, welche aber von den vorhergehenden ganz unabhängig ist und nur durch Beobachtungen hat entdeckt werden können, diese

nämlich, daß wir allezeit dieselben Flecken und dieselbe Seite des Mondes sehen. Hieraus folgt, daß der Mond eine Bewegung um seine Achse in derselben Zeit, als um die Erde habe, d. h. in 27 T. 7 St. 44'. Die Richtigkeit dieser Folgerung einzusehen, bitte ich, sehr aufmerksam auf das Mondbällchen zu seyn. Man bringe ihn in Conjunction, die dunkle Seite nach der Erde, die erleuchtete nach der Sonne zugekehrt, und stelle sich so, daß man nach der erleuchteten Seite gewendet ist; man nehme auf die Phasen keine Rücksicht und gebrauche die schwarze Kapsel nur, um die eine Hälfte des Mondes kenntlich zu machen. Man lasse den Mond sich den Ring herum um die Erde bewegen, und die dunkle Seite bleibt stets nach der Erde gekehrt; die Bewohner der Erde sehen immer dieselbe Seite des Mondes. Erst ist die erleuchtete Seite gegen uns gekehrt, dann auf 90° die linke Hälfte der Scheibe rechter Hand, auf 180° die dunkle Seite, auf 270° die rechte erleuchtete Seite linker Hand, auf 360° oder nach einem ganzen Umlaufe die erleuchtete Seite. Der kleine Ball zeigt also dieselbe Erscheinung, als wenn er eine Umkehrung um seine Achse machte, und sie findet in der That während seiner Umdrehung Statt.

Diese Erscheinung wundert uns zwar wenig, weil wir sie immer sehen, sie ist aber nichts desto weniger merkwürdig, und vielleicht hat dasselbe auch für die Satelliten der übrigen Planeten Statt. Herschel hat aus Beobachtungen geschlossen, daß die Satelliten des Jupiters sich in derselben Zeit um ihre

Achsen drehen, in welcher sie sich um den Hauptplaneten bewegen. Er hat auch dasselbe für einen Satelliten des Saturn wahrgenommen. Ist diese Erscheinung merkwürdig für uns, so ist sie es noch mehr für die Bewohner des Mondes, welche sich auf der Seite befinden, auf welcher man die Erde sehen kann. Die übrigen sehen dieselbe niemals, und für diese muß es gewiß kein geringer Stoff von Verwunderung seyn, wenn sie sich nach der andern Halbkugel begeben und daselbst eine erleuchtete Scheibe erblicken, die ihnen sechzehnmal so groß erscheint, als uns der Mond. Doch dieses im Vorbeygehen; ich füge hier noch hinzu, daß wir bald an der einen, bald an der andern Seite etwas mehr von dem Monde sehen, gleichsam als wenn in dem Körper eine Schimmerung (*libratio*) Statt hätte. Diese findet aber nicht Statt, und die Erscheinung rühret besonders daher, daß der Mond sich in 27 T. 7 Stunden um seine Achse drehet und es nur alle $29\frac{1}{2}$ Tage voll ist. Mit einem Worte; die *Libratio* oder Schimmerung hängt nicht von dem Monde selbst ab, sondern von der Art und Weise, wie wir denselben sehen.

Dieses sey über die *Phasen* genug; die Zeiten aber, worin sie vollbracht werden, müssen uns noch beschäftigen, um die Ausdrücke: güldene Zahl, Mondjahr, Alter des Mondes und Epacta verstehen zu lernen.

I. Ein synodischer Monat hat 29 T. 12 St. 44'. Diese Zeit ist kein aufgehender Theil von

365 T. 5 St. 48' 48". Wenn man aber ein Jahr zu 365 T. annimmt, und alle vier Jahre ein Schaltjahr von 366 Tagen, d. h. wenn man das Jahr auf $365\frac{1}{4}$ Tage setzt, so betragen 19 sich folgende Jahre die Summe von 6939 T. 18 St.

und 235 synodische Monate 6939 - 16 - 30'

Unterschied — 1 St. 30'

Alle neunzehn Jahre also fällt der Neu- oder Vollmond wieder auf denselben Tag weniger 1 St. 30'; z. B. den 20. Febr. 1799 war Vollmond, den 20. Febr. 1780, den 20. Febr. 1761, und auch den 20. Febr. 1742. Dieser Umlauf von 19 Jahren, in welchem der mittlere Vollmond oder Neumond auf denselben Tag, und, mit Rücksicht auf den Unterschied von anderthalb Stunden, nahe bey in demselben Augenblick wieder kommen, und welcher dadurch so nützlich ist, um mit Bequemlichkeit voraus die Mondscheine zu bestimmen, ist die berühmte güldene Zahl, welche durch den Griechen Meto 430 Jahre vor unserer Zeitrechnung entdeckt wurde. Wenn diese Zahl 16 mal verlaufen ist, d. h. in 304 Jahren, beträgt jener Unterschied einen Tag.

II. Die Mondscheine sind so bemerkenswerth und liefern eine so natürliche Periode, daß es nicht zu verwundern ist, wenn viele Völker die Zeit nach synodischen Monaten rechnen, wenn sie sich in vielen ihrer Verrichtungen nach der Erneuerung des Mondes richten, und nach Monaten zählen. Diese betragen, wie gesagt, 29 T. 12 St. 44'; allein im ge-

meinen Leben kann man nicht nach halben Tagen zählen, und daher kommt es, daß die Völker, so wie die Araber, welche nach Monaten zählen, die Gewohnheit haben, ihre Monate wechselsweise zu 29 und 30 Tagen anzunehmen, Zwölf solcher Monate machen 354 Tage oder ein Mondjahr aus. Da nun ein Monat 44' über 29 Tage 12 Stunden beträgt, so folgt, daß in jedem Jahre 12 mal 44' oder 8 St. 48' verloren gehn, indem man nämlich das Mondjahr so viel kürzer annimmt als es in der That ist. Dieses beträgt in 30 Jahren gerade 11 Tage, d. h. die Kalender würden in 30 Jahren 11 Tage früher werden und deswegen nehmen die Araber in 30 Jahren 12 Schaltjahre, jedes zu 355 Tagen an.

III. Ob nun gleich unsere Zeitrechnung sich nach der Sonne und nach den Jahreszeiten richtet, so macht man dennoch auch von den Monaten Gebrauch: unter andern in unsern Kalendern, wo man das Alter des Mondes nach Tagen zählt, d. h. nach Tagen, welche seit dem Neumond verlaufen sind, oder wie viele Tage der Neumond alt. Man nimmt den Tag des Neumondes, welcher vor dem Mittag fällt, als den ersten an, und zählt bis zu dem Tage, wo der Mond wieder neu seyn wird. Wenn der Neumond auf den 30. Tag Vormittags fällt, so zählt man diesen Tag für den ersten des Neumonds, und gibt also nur 29 Tage dem angefangenen Monat; fällt er nach Mittag, so zählt man den 30. Tag als noch zu dem vorhergehenden gehörend, und nimmt den folgenden als den ersten Tag des

Neumonds an, welcher dann nur 29 Tage zählen wird. Hiervon finden einige Ausnahmen Statt, nach welchen! als Folge des Gesagten zwey sich folgende Monate jeder 30 Tage hat.

IV. Diejenigen Zahlen, welche für ein jedes Jahr das Mondalter am Neujahrstage angeben, oder welche anzeigen, um wie viel Tage der letzte Neumond vor dem Anfange des Jahres vorhergegangen sey, heißen *Epacten*, und dienen in unsern Kalendern zur Bestimmung der Neumonde. Z. B. am 5. Dec. 1801 war es Neumond, folglich war der Mond beym Anfange von 1802, 26 Tage alt, oder 26 war die *Epacta*; 4 Tage darnach, oder am 4. Januar war es Neumond und folglich 354 T. darnach oder den 24. December wird es wieder Neumond seyn, und die *Epacta* für 1803 wird sieben. Man findet die *Epacta* kürzer auf diese Art. Da ein Mondenjahr, welches 354 Tage zählt, in Rücksicht eines Sonnenjahrs, welches aus 365 Tagen besteht, 11 Tage früher fällt, so addirt man zu den *Epacten* eines Jahrs 11, und subtrahirt davon 30, wenn die Summe mehr als 30 beträgt; z. B. 26 und 11 macht 37, folglich 7 mehr als 30; 7 ist die *Epacta* für 1803, und es wird 23 Tage darnach wieder Neumond seyn, d. h. auf den 23. Januar; 7 und 11 ist 18, folglich ist 18 die *Epacta* für 1804, und es wird 12 Tage darnach, d. h. den 12. Januar 1804 Neumond seyn, und so weiter. Die *Epacta* dient also, das Alter des Mondes beym Anfange jeden Jahrs zu kennen. Dieses sey genug über

die Epacten; mehreres würde in eine Abhandlung über den Kalender gehören.

II.

Bis jetzt haben wir den Mond als einen mit mittlerer Schnelligkeit sich regelmässig bewegenden Körper betrachtet; allein dieses findet nicht Statt. Der Mond folgt demselben Gesetze, als alle Planeten, und seine eigenthümliche Schnelligkeit wird noch durch die Sonne, deren Stand in Rücksicht des Mondes sich alle Augenblicke verändert, merklich gestört. Dieses soll nun umständlich aus einander gesetzt werden, da man sonst diesen Gegenstand nicht richtig einsehen würde; und wiewohl es dem ersten Anscheine nach zur Beschreibung eines Lunariums nicht zu gehören scheint, so ist es doch darum nöthig, um zu zeigen, in wie fern die Erscheinungen, welche hier bey Annahme einer mittlern Bewegung in einem Zirkel vorgestellt worden, in der That bewiesen werden.

Wir werden also betrachten: I. die eigentliche Laufbahn des Mondes; II. die Unbeständigkeiten, die darin Statt finden; III. die Neigung der Laufbahn und die Erscheinungen, welche diese liefert; IV. dasjenige, was daraus folgt, um die mittlere Bewegung des Mondes mit Genauigkeit vermittelt dieser Maschine zu zeigen.

I. Der Mond bewegt sich um die Erde nicht in einem Zirkel, sondern, wie die Erde um die Sonne, in einer Ellipse. Daher kommt es, daß der Mond bald näher, bald entfernter von der Erde ist,

dafs er in dem nächsten Puncte eine gröfsere Schnelligkeit hat als in dem entferntesten, dafs man daher berechnen mufs, was man zur mittlern Anomalie des Mondes auf seinem mittlern Abstände von dem entferntesten Puncte hinzufügen oder davon abziehen mufs, um die wahre Anomalie oder den wahren Stand zu bekommen. Diese Aequation ist viel gröfser als die für die Laufbahn der Erde und beträgt zum höchsten 6° , weil die Excentricität der Mondellipse gröfser ist als die der Erdellipse. In dem entferntesten Puncte ist der Abstand des Mondes von der Erde $64\frac{3}{4}$ halbe Erddurchmesser, und in dem nächsten Puncte $55\frac{3}{4}$, ein Unterschied von 9 halben Erddurchmessern, oder von 10150 Stunden, jede zu 1500 Ruthen angenommen. Der scheinbare Durchmesser der Mondscheibe zeigt sich unter einem Winkel von $33' 20''$ wenn er im nächsten, und unter einem Winkel von $29' 46''$ wenn er im entferntesten Puncte ist. Diese Ungleichheit in der Bewegung des Mondes war den Alten zwar nicht an sich selbst, wohl aber ihren Wirkungen nach bekannt.

II. Die Bewegung des Mondes auf seiner Laufbahn ist, so regelmäfsig sie auch an sich selbst seyn mag, einigen Unbeständigkeiten unterworfen.

1) Wenn bey den Hauptplaneten der entfernteste und nächste Punct (*Aphelium* und *Perihelium*) oder die Achse der Ellipse, nur eine sehr langsame Bewegung zufolge der Ordnung der Zeichen hat, mithin einer sehr langsamen Veränderung des Platzes unterworfen ist, so hat hingegen die

große Achse der Ellipse des Mondes eine sehr schnelle Bewegung. Die Achse nämlich läuft alle Zeichen in 3232 T. 11 St. durch, d. h. in 8 Jahren (von 365 T.) 312 T. und 11 St. und legt folglich $40\frac{2}{3}^{\circ}$ in jedem Jahre oder $3\frac{1}{3}^{\circ}$ in jedem Monate zurück. Wenn z. B. der entfernteste Punkt der Sonne gerade gegenüber steht, so wird er nach einem Umlauf $3\frac{2}{3}^{\circ}$ von der Sonne entfernt seyn, nach 2 Monaten $7\frac{1}{3}^{\circ}$ etc. Die Sonne hat also immerwährend einen verschiedenen Stand in Rücksicht der Achse der Laufbahn des Mondes. Allein es ist durch Beobachtungen bekannt, und kann auch aus der bekannten wahren Ursache demonstriert werden, daß die Veränderungen in der Schnelligkeit des Mondes davon herühren, daß die Sonne bald entfernter, bald näher von der großen Achse absteht. Diese Ungleichheit ist die sogenannte *evection*, welche gleichfalls den Alten ihren Wirkungen nach bekannt war.

2) Tycho de Brahe bemerkte, und dieses wurde in der Folge aus der Theorie der Ursachen bewiesen, daß die Schnelligkeit des Mondes geringer ist, wenn er sich von der Conjunction, oder dem Neumonde nach dem ersten Viertel bewegt, schneller, von dem ersten Viertel nach dem Vollmond, langsamer vom Vollmond zum letzten Viertel und schneller von diesem zur Conjunction.

3) Die Schnelligkeit des Mondes hängt auch von dem Stande der Erde in Rücksicht der Sonne ab. Wir haben gesehen, daß die Erde im December in ihrem nächsten, im Juny in ihrem entfernte-

sten Puncte von der Sonne sich befindet. In dem ersten Falle ist die anziehende Kraft der Erde (*attractio*) geringer, in dem andern wird sie größer; der Mond wird also in dem ersten Falle mit geringerer, in dem zweyten mit größerer Schnelligkeit sich bewegen. Man hat auch bemerkt, daß die Umlaufszeiten des Mondes nicht allemal gleich lang sind, daß die längsten im December und Januar, die kürzesten im Juny und July vorfallen. Hieraus entsteht eine neue jährliche *Aequatio*, welcher die Astronomen sich bedienen, um die Stelle zu berechnen, wo sich der Mond befindet.

Ich kann hier verschiedenes von weniger Gewicht übergehen, da meine Absicht bloß ist, zu zeigen, daß die Bewegung des Mondes, welcher nicht allein um die Erde, sondern auch mit dieser um die Sonne geführt wird, gerade dadurch gewissen Veränderungen in ihrer natürlichen Schnelligkeit unterworfen ist. Dem unermüdeten Fleisse der mathematischen Astronomen verdanken wir es, daß alle diese Unregelmäßigkeiten bekannt sind, und aus der wahren Theorie aller Ursachen genau berechnet werden können, wodurch man auch in Stand gesetzt ist, Mondtabellen zu verfertigen, deren Resultate vielleicht nur einige Secunden von den genauesten Beobachtungen verschieden sind.

III. Der Mond bewegt sich eben so wenig als die übrigen Planeten auf der Fläche der *Ecliptic*. Seine Laufbahn macht mit der *Ecliptic* eine Neigung von 5° , und schneidet diese in zwey sich ge-

genüberstehenden Puncten, Knoten genannt. Hierzu kommt, daß die Neigung unter gewissen Umständen auf $5^{\circ} 18'$ gehen kann, wenn nämlich die Sonne 90° von dem Knoten entfernt, und der Mond zugleich voll ist. Der Mond ist also in jedem Umlaufe einmal 5° , oder $5^{\circ} 18'$ über der Ecliptic erhaben, sinkt einmal eben so viel unter dieselbe, und befindet sich zweymal im Knoten.

Um diese Neigung auf unserm Kunstwerke darzustellen, ist der oberste Ring am Lunarium auf zwey Pfeilern, worauf derselbe ruhet, gleichsam als auf zwey Gelenken beweglich, und kann durch eine Schraube nach der oben angeführten Neigung befestigt werden; die Pfeiler selbst bilden die Knoten.

Wir haben in der ersten Abtheilung gezeigt, daß die Knoten aller Planeten eine langsame Bewegung rückwärts gegen die Ordnung der Zeichen haben. Diese Bewegung findet auch für den Mond Statt, allein sie ist sehr schnell; denn Beobachtungen lehren, daß die Knoten in 6798 Tagen 4 St. $53'$, d. h. in 18 Jahren (von 365 T.) 228 Tagen, 4 St. $53'$ einen ganzen Umlauf vollbringen. Bey dieser Bewegung finden ebenfalls einige hinreichend bekannte Unregelmäßigkeiten Statt, welche wir aber ganz übergehen können, da sie gar keinen Einfluß auf das haben, was wir jetzt erklären.

Aus den Umlaufszeiten der Knoten folgt: 1) daß, da der Mond einen runden Umlauf um die Erde (*revolutio periodica*) in 27 T. 7 St. $44'$ vollbringt, die Knoten in dieser Zeit $1^{\circ} 27'$ oder einen Theil rück-

wärts gehen werden, wenn man den Zirkel in 249 Theile theilt. Diesen Bogen von $1^{\circ} 27'$ durchläuft der Mond in 2 St. 39', folglich müßte er zu demselben Knoten, den er verlassen hat, 2 St. 39' früher zurückkommen, wenn die Knoten unbeweglich wären, d. h. er würde, genau berechnet, in 27 T. 5 St. 4' wieder in den Knoten kommen, eine Zeit, die man die Knotenumlaufzeit nennt.

2) Wenn man diese Zeit in Acht nimmt, und zugleich erwägt, daß die Knoten in 6798 Tagen einmal herumgehen, so erhellt hieraus, daß während dieser Zeit der Mond $249\frac{1}{2}$ mal von Knoten zu Knoten geht. Dieses ist der Grund, warum der unterste Ring, der durch die Pfeiler mit denselben verbunden ist, sich in 249 Theile theilt, und außerdem in dem kupfernen Kreise, welcher den Apparat trägt, rund herumgeführt werden kann; denn, wenn man für jeden Umlauf des Mondes den Ring einen Theil gegen die Ordnung der Zeichen, welche man auf dem mittelsten Ringe antrifft, zurückschiebt, so wird man die Knoten allemal auf den Ort gebracht haben, wo sie nach dem mittlern Laufe in der That sind.

3) Wenn die Sonne sich in einem gewissen Augenblicke in einem der Knoten befindet, so würde sie sich nach einem halben Jahre oder 182 Tagen, 15 Stunden, in dem entgegengesetzten und nach 365 Tagen, 6 Stunden (ohne auf die Minuten Rücksicht zu nehmen) wieder in demselben befinden, wenn die Knoten still ständen; allein, weil sie in 6798 Tagen herumgehen, und folglich $19^{\circ} 21'$ in jedem Jahre

gegen die Ordnung der Zeichen zurücklegen, so wird es leicht zu berechnen seyn, daß die Sonne nur 173 Tage, 7 St. 26' nöthig hat, um von einem Knoten zu dem gegenübergesetzten zu gehen, und 346 Tage, 14 St. und 52' um sich wieder in demselben zu befinden.

IV. Diese Bewegung des Mondes in einer sich neigenden Fläche, das Rückwärtsgehn der Fläche und die schnelle Bewegung des Mondes verursachen, daß man auf verschiedene Stücke aufmerksam seyn muß, um den Mond auf diesem Kunstwerke dahin zu stellen, wo er sich wirklich in einem bestimmten Zeitpuncte an dem Himmel befindet.

Man verlangt z. B. den Mond dahin zu stellen, wo er sich am 23. Januar des Jahres 1802, Morgens 10 Uhr am Himmel befand. Um ihn dahin nicht nur auf seiner Laufbahn, sondern auch mit Rücksicht auf die Erde stellen zu können, muß man die Erde in ihren gehörigen Stand auf den 23. Januar bringen.

1) Man weiß aus den Mondstafeln, daß der Mond sich an diesem Tage in dem senkenden Knoten befand; man bringe also den Mond in diesen Knoten. Man weiß ferner, daß der Mond damals in *Virgo* stand auf $21\frac{1}{2}^{\circ}$, d. h. seine Länge, oder sein Abstand von *Aries* war 5 Z. und $21\frac{1}{2}^{\circ}$; man kehre daher den Ring um, bis der kupferne Drath, welcher von dem Mondball abhängt, auf den $21\frac{1}{2}^{\circ}$ von *Virgo* auf dem Ringe der Zeichen zu stehen kommt: alsdann ist der Mond gehörig gestellt.

2) Um nun dem Laufe des Mondes Tag für Tag zu folgen, muß man ihn täglich $13^{\circ} 11'$ oder neun Theile auf seiner Laufbahn fortschieben. Wenn man ihn 4 Tage, d. h. beynahe 53° fortschiebt, so sieht man, daß er dann am 27. Januar auf dem 7 Z. 14° seyn wird; allein die Sonne ist (wie sogleich erhellt, wenn man die Erde auf den 27 Januar stellt) im 10 Z. 10° , die Differenz ist also etwas weniger als 3 Z. auf 90° , und der Mond ist folglich im ersten Viertel. Nach jedem Umlaufe schiebe man den Ring einen Theil von 249 rückwärts, um die Knoten da zu haben, wo sie wirklich sind. Wenn man z. B. wissen will, wo am 5. April der Mond steht, so verfare man also: Vom 27. Januar bis zum 5. April sind 68 Tage; deswegen muß man den Mond 68 mal 9 Theile, d. h. 612 Theile versetzen, allein darin sind 2 mal 245 Theile, d. h. 2 volle Umläufe oder 490 Theile begriffen, folglich muß man den Mond 612 minus 490, d. h. 122 Theile fortschieben; allein für die vollen Umläufe muß man den Ring der Knoten zwei Theile zurückschieben, um die Knoten auf ihrer wahren Stelle zu bekommen und dann muß man den kleinen Mondball — weil dieser auf dem Ringe rückwärts geht, und weil die Bewegung der Knoten keinen Einfluß auf den Stand des Mondes in seiner Laufbahn auf dem Ringe der Zeichen, sondern allein auf ihre Breite hat — wieder zwey Theile auf dem obern Ringe voraussetzen.

3) Will man den Stand des Mondes in Rücksicht der Sonne und folglich in Rücksicht der Phasen be-

trachten, ohne die Erde um die Sonne zu führen, sondern allein nur mit Hülfe des *Lunariums*, so muß man nicht aus der Acht lassen, daß, da der Mond $13^{\circ} 11'$, die Sonne aber einen Grad täglich durchläuft, der Mond eine Bewegung von $12^{\circ} 11'$ oder $12\frac{1}{6}^{\circ}$ täglich in Rücksicht der Sonne mache, oder nach der Eintheilung in 245 Theile, $8\frac{1}{3}$ solcher Theile.

4) Hat man den Stand des Voll- oder Neumondes, und man will wissen, wo der Mond bey einem folgenden Voll- oder Neumonde stehn wird, so gebe man nur Acht, daß, da der Mond, um von einem Voll- oder Neumonde zu einem andern zu kommen, 2 Tage 5 Stunden mehr gebraucht, als die Zeit eines runden Umlaufs, und da die 2 Tage 5 Stunden $19\frac{1}{2}$ Theile (auf der Eintheilung in 246) *p*) betragen, man den Mond von dem gegebenen Platze so vielmal $19\frac{1}{2}$ Theile verschiebt, als Monate gegeben sind. Hieraus wird nun erhellen, daß wenn der Mond voll oder neu in einem der Knoten stand, er entweder nach einer gegebenen Zahl Kuppelumläufe wieder in einem der Knoten sich befindet, oder wieviel er davon ent-

p) Der Ring ist freylich nicht in 246, sondern in 245 Theile getheilt, wovon der Grund folgender ist: Bey jedem Umlaufe gehen die Knoten $\frac{1}{247}$ rückwärts, welches von $\frac{1}{246}$ zu wenig verschieden ist, um darauf Rücksicht zu nehmen. Man würde daher, wenn man auf den Stand des Mondes in Ansehung der Knoten Rücksicht nehmen wollte, und diesen Ring besonders gebrauchte, ihn für jeden synodischen Monat um einen Theil versetzen müssen, weil aber 245 eins weniger ist, so fällt die Versetzung weg. Dieses ist der Grund, warum der Erfinder dieses Kunstwerkes 245 Theile gewählt hat.

fernt seyn wird. Z. B. Man nehme an, daß der Mond in dem steigenden Knoten und zugleich voll ist, und man will wissen, wo er stehen wird, wenn er sechsmal voll gewesen ist, so verschiebe man ihn 6 mal $19\frac{1}{2}^{\circ}$, d. h. 117 Theile. Man sieht alsdann, daß er $5\frac{1}{2}$ Theile von dem gegenüberstehenden sinkenden Knoten entfernt steht. Nun machen $9\frac{3}{4}$ Theile den Abstand von Voll- zu Neumond, folglich wird der Mond, wenn er neu seyn wird, nur $4\frac{1}{2}$ Theile von dem Knoten entfernt stehn. Hierüber wird näher bey den Eclipsen gehandelt werden.

5) Wenn der Stand des Mondes einmal gegeben ist, so kann man alle Fragen auf dieselbe Weise auflösen, wie zuvor für die Sonne geschehen ist, nämlich: Wie findet man, wenn der Mond in den Meridian kommt? wie spät er auf- und untergeht? wenn er im ersten Viertel ist? wie hoch er jeden Augenblick über dem Horizont ist? etc. etc.

Hierbey muß man indessen auf folgenden Umstand Rücksicht nehmen, daß, da die Sonne durch ihre eigene scheinbare Bewegung in 24 Stunden nur einen Grad fortgeht, welches in Rücksicht der Zeit höchstens einen Unterschied von 4 Minuten macht, welche man bey dergleichen Bemerkungen ohne Gefahr übersehen kann, daß, sage ich, der Mond hingegen 13° , oder ein wenig mehr fortgeht, und folglich eine dreyzehnfältige Schnelligkeit hat. Man nehme z. B. an, daß der Mond um 9 U. Abends in dem Meridian sey, und man will wissen, wie hoch er um 2 U. nach Mitternacht stehe? Zwischen 9 und 2 U.

ist die Differenz 5 Stunden, folglich da der Mond in einer Stunde beynahe einen halben Grad durchläuft, so wird er in fünf Stunden $2\frac{1}{2}^{\circ}$ durchlaufen, man muß also den Mond auf seiner Laufbahn $2\frac{1}{2}^{\circ}$ fortsetzen, ehe man dasjenige verrichtet, was zur Bestimmung der Höhe nöthig ist. Der Mond sey um 3 Uhr aufgegangen, und die Frage: wie spät geht er unter? Man verfare nun so, wie für die Sonne, so sieht man, daß der Mond um 10 Uhr untergeht, man bemerkt eine Differenz von 7 Stunden, folglich muß man den Mond $3\frac{1}{2}^{\circ}$ auf seiner Laufbahn fortgehn lassen. Hat man ihn dann auf diese Weise gestellt, so sieht man, um welche Zeit er den westlichen Horizont berührt, und man wird sehr nahe bei die Uhr wissen, wenn er untergeht.

III.

Unter der dritten Klasse von Erscheinungen, die wir hier vortragen müssen, begreifen wir alle diejenigen, welche den Eintritt des Mondes in den Meridian, seine ganze Erscheinung über dem Horizonte und die Zeiten seines Auf und Unterganges betreffen. In dieser Klasse sind sehr wichtige Sachen vorzutragen, die ich auf 6 Erscheinungen beschränke. Um diese desto deutlicher vorzutragen, gebrauche man wieder den großen Erdglobe anstatt des kleinen, und rüste ihn gehörig mit dem beweglichen Horizonte aus.

I. Erscheinung. Der Mond kommt nicht täglich in derselben Stunde in den Meridian, sondern eins in das andere gerechnet, nach mittlerer

Zeit täglich 48' später, d. h. sein Eintritt in den Meridian verspätet sich täglich an jedem Tage 48 Minuten. Ich sagte nach mittlerer Zeit; denn der Mond hat, wie im Vorhergehenden gezeigt ist, bald eine grössere, bald eine kleinere Schnelligkeit, woraus nothwendig folgt, daß das Verspäten desselben bald gröfser, bald kleiner seyn mufs, und diese Differenzen können wohl 12' betragen.

Man bringe, um diese Erscheinung darzustellen und den Grund davon zu fassen, den kleinen Mondball in den Meridian und stelle den Weiser (*W*) des Erdballs auf XII U.; man lasse den Erdball einen Tag auf dem Zirkel der Tage fortgehn, und den kleinen Mondball auf dem Zirkel der Zeichen $13\frac{1}{2}^{\circ}$ oder 9 Theile. Alsdann haben Erde und Mond ihren Platz für einen Tag verändert. Nun drehe man die Erde um ihre Achse bis der Weiser (*W*) wieder XII U. anzeigt. Jetzt steht der Mond nicht dem Meridian gegenüber, und soll er dahin kommen, so mufs man den Erdball noch mehr umdrehen, und wenn der Mond in dem Meridian seyn wird, so wird der Weiser (*W*) 48' über XII anzeigen.

Und in der That, während der Mond $13\frac{1}{2}^{\circ}$ und die Erde einen Grad auf ihren Laufbahnen, die hier wegen des grofsen Abstandes als concentrisch betrachtet werden, fortgegangen sind, ist der Mond 12° oder so viel ungefähr voraus gegangen, welche die Erde nach einem vollen Umlaufe um ihre Achse noch durchlaufen mufs, ehe sie den Mond einholen

kann, d. h. ehe derselbe Punct der Erde wieder dem Monde gegenüber kommt, und da 15° eine Stunde ausmachen, oder ein Grad 4 Minuten, so wird die Erde $48'$ dazu gebrauchen.

Aus dieser Verzögerung können zwey Folgerungen abgeleitet werden.

1) Da die Verzögerung täglich $48'$ beträgt, so wird sie nach $7\frac{3}{8}$ Tagen $7\frac{3}{8}$ mal 48 Minuten betragen u. s. w. Wenn also heute der Neumond um XII U. Mittags durch den Meridian geht, so wird er nach $7\frac{3}{8}$ Tagen, d. h. in dem ersten Viertel des Abends VI U. durchgehen; $14\frac{3}{4}$ Tage später, oder in dem letzten Viertel um VI U. Morgens etc. Man kann daher aus dem Alter des Mondes wissen, wie spät der Mond in den Meridian kommt. Bey Neumond ist es jedesmal ungefähr Mittags. Man multiplicire daher das Alter des Mondes durch $48'$ und man bekommt die Summe in Minuten, oder aber, man nehme den achtzehnten Theil davon und man bekommt Stunden; auf den 4. Tag kommt der Mond III U. $12'$ Nachmittags oder so ungefähr in den Meridian.

2) Die Erscheinung der Ebbe und Fluth folgt, wie aus den Beobachtungen geschlossen und durch die Theorie der Ursachen, welche vollständig bekannt sind, bewiesen ist, dem Laufe des Mondes; daher kommt es, daß die Stunde der Ebbe und Fluth sich jeden Tag beynahe $48'$ verspätet und da hoch und niedrig Wasser 6 Stunden von einander verschieden sind, so wird im ersten Viertel hoch

oder niedrig Wasser seyn, wenn es beym Neu- oder Vollmond niedrig oder hoch Wasser ist.

II. Erscheinung. Um die Erscheinungen, welche der Mond während seiner Anwesenheit über dem Horizonte liefert, zu erklären und vor Augen zu stellen, müssen wir den verschiedenen Stand der Erde beachten, und uns daran erinnern, daß, wenn der Mond, so wie die Sonne, sich stets in der Ecliptic selbst bewegte, er nicht aus den Wendekreisen gehen würde, und daß folglich seine Erscheinungen wegen der Art und Weise, wie er in dem Meridian in den verschiedenen Zonen entweder in N. oder in S. oder während einiger Zeit in N. dann in S. gesehen wird, oder auch wohl sich täglich auf dem Horizonte bald senkrecht, oder beynahe senkrecht, bald schräge zu bewegen scheint, oder während einem halben Umlaufe beständig über dem Horizonte bleibt, oder nicht: alle diese Erscheinungen, sage ich, dieselben seyn würden, wie die für die Sonne; ich werde daher nicht wiederholen, was bereits oben gesagt worden, sondern hier nur bemerken, daß die Laufbahn des Mondes auf die Ecliptic sich neigt und mit ihr einen Winkel von 5° und manchmal von $5^{\circ} 18'$ bildet. Aus diesem Grunde haben wir nur, um hier von demjenigen, was bey den Erscheinungen der Sonne in Rücksicht der fünf Zonen gesagt worden, eine stricte Anwendung zu machen, die Zirkel für die Wendekreise anzunehmen, welche anstatt $23\frac{1}{2}^{\circ}$ bald mehr als große $28\frac{1}{2}^{\circ}$, bald weniger als $18\frac{1}{2}^{\circ}$ von dem Ae-

quator entfernt sind; für Polzirkel aber diejenigen, welche anstatt $23\frac{1}{2}^{\circ}$, $28\frac{1}{2}^{\circ}$ oder $18\frac{1}{2}^{\circ}$ von den Polen entfernt sind. Dieses mußte kürzlich bemerkt werden, ehe wir zu den Erscheinungen übergehen können, die uns nun beschäftigen sollen und näher angehen.

III. Erscheinung. Jedermann, der den Stand des Vollmondes mit einiger Aufmerksamkeit betrachtet hat, wird sich wahrscheinlich erinnern, daß man den Mond des Sommers weit weniger hoch über dem Horizonte sieht, als des Winters; daß des Sommers der Vollmond kurze Zeit scheint, des Winters aber die ganze Nacht hindurch. Die Erscheinungen selbst sind durch das Kunstwerk leicht vorzustellen und mit Erklärung ihrer Gründe gleichsam vor Augen zu bringen.

Man stelle die Erde, indem man auf den Parallelismus der Erdachse Rücksicht nimmt, in *Capricornus*, damit die Sonne in *Cancer* scheine und folglich den Sommer vorstelle.

Man bringe den Beobachter z. B. auf Amsterdam in den Meridian und den Uhrweiser auf XII Uhr. Die Erde bleibt mit der Mondenbahn umringt, und diese muß so gestellt werden, daß sie mit der *Ecliptic* übereinkommt. Der Mond sey voll; folglich sieht man ihn in Opposition mit der Sonne. Man kehre die Erde um ihre Achse bis der Weiser XII U. Nachts anweise und der Mond in den Meridian von Amsterdam gekommen ist. Man sieht alsdann, daß er 14° oder so ungefähr über dem Horizonte steht.

Hätte der Mond auf seinem höchsten Abstände über der *Ecliptic* gestanden, wohin man ihn durch das Neigen des Ringes bringen kann, so würde seine Höhe große 5° mehr, oder 19° haben betragen können; allein sie würde nur 9° betragen, wenn der Mond auf seinem größten Abstände unter der *Ecliptic* gestanden hätte, so wie erhellt, wenn man den Ring umdrehet und den Mond wieder der Sonne gegenüber stellt. Setzt man dann den Ring parallel mit der Tafel, so sieht man die Zeit des Auf und Untergangs des Mondes, und es erhellt, daß der Mond nur 8 Stunden über dem Horizonte bleibt.

Man bringe die Erde regelmäfsig in *Cancer*, damit die Sonne in *Capricornus* scheine und den Winter vorstelle. Man verfähre ferner auf vorhergehende Weise, und man sieht, daß der Mond in dem Meridian 61° über dem Horizonte steht; er würde aber große fünf Grad höher, d. h. auf 66° stehn, wenn er sich auf seinem größten Abstände über der *Ecliptic* befände, so wie aus dem Senken des Mondes erhellt, und dagegen würde er fünf Grad niedriger, d. h. 56° stehn, wenn er sich auf dem größten Abstände unter der *Ecliptic* befände, wie abermals aus dem Umsetzen des Ringes und aus dem Stellen des Mondes in Opposition erhellt. Der Uhrweiser zeigt alsdann, daß der Mond 16 Stunden über dem Horizonte bleibt.

Der Mond scheint also, wenn er voll ist, höher über dem Horizonte im Winter als im Sommer. Die Differenz beträgt 47° , und kann bis auf 57° steigen,

oder auch auf 33° fallen. Wir haben hier absichtlich die Tage des Sonnenstillstands genommen, weil da die Differenzen am größten sind. Dafs sie an andern Tagen kleiner seyn werden, hiervon wird man sich überzeugen, wenn man einen Augenblick seine Aufmerksamkeit auf die Ursache davon richten will.

Wenn der Mond voll ist, steht er der Sonne gerade gegenüber, folglich in dem gegenüberstehenden Zeichen, worin wir die Sonne sehen, d. h. wenn die Sonne in *Cancer* zu seyn scheint, so sehen wir den Mond in *Capricornus*, und umgekehrt. Der Vollmond steht also des Sommers in dem Zeichen, worin die Sonne des Winters steht, und umgekehrt. Blicke dann der Mond allezeit in der *Ecliptic*, so würden wir ihn des Sommers auf der Höhe sehen, in welcher wir die Sonne des Winters erblicken, und des Winters auf der Höhe, in welcher die Sonne des Sommers scheint. Dieses haben wir beim Vorhergehenden gesehen. Die einzige Abweichung von der vollkommenen Gleichheit kommt daher, dafs der Mond, wenn er voll ist, nicht immer in der *Ecliptic*, sondern mehrentheils immer einige Grade darüber oder darunter ist, wie wir auch bereits angeführt haben. Aus derselben Ursache müssen wir auch, ausgenommen die Veränderungen, welche aus dem Stande des Mondes über und unter der *Ecliptic* herfließen, den Vollmond da auf- und untergehen sehen, wo die Sonne des Winters auf- und untergeht, d. h. des Sommers wird der Vollmond unge-

fähr 8, des Winters aber ungefähr 16 Stunden über dem Horizonte seyn und uns erleuchten.

Da der Mond in den Jahreszeiten, wo die Nächte am dunkelsten sind, den Erdball am meisten und am längsten erleuchtet, so ist dieses, meiner Meinung nach, mit einer der Zwecke, warum der Schöpfer den Mond erschaffen hat.

IV. Erscheinung. Dieser Zweck wird noch deutlicher erhellen, wenn man erwägt, daß die Gegenden der Erde, wo das Mondlicht am meisten nöthig ist, auch gerade diejenigen sind, welche durch dasselbe am meisten erleuchtet werden, ich meine die Länder, welche an den Polen unserer Erde liegen.

Es ist bereits oben gesagt und gezeigt worden, daß diese Länder während mehr oder weniger Zeit keinen Tag, sondern beständig Nacht haben, weil die Sonne so tief unter dem Aequator ist, daß sie nicht über den Horizont kommen kann. Allein zu derselben Zeit steht der Vollmond der Sonne gerade gegenüber, und daher werden die Bewohner dieser Länder den Vollmond beständig über dem Horizonte sehen, so wie sie im Sommer die Sonne sehen, ohne daß sie untergeht. Die Verschiedenheit, welche das Steigen des Mondes über, und sein Fallen unter der Ecliptic verursacht, muß man hierbey zur Seite stellen. Man wird diese Erscheinung bemerken, wenn man den Beobachter irgendwo in die kalte Zone bringt, die Erde aber in *Cancer*, damit die Sonne, so wie im Winter, in *Capricornus* gesehen werde,

und endlich den Mond in Opposition mit der Sonne. Man sieht jetzt, daß, während der ganzen Umdrehung der Erde um ihre Achse, d. h. während eines vollen natürlichen Tages, der Mond nicht unter den Horizont kommt, sondern beständig darüber bleibt, und folglich die Länder beständig erleuchtet.

Dieses findet nicht nur in oder nahe bey dem Augenblicke Statt, wenn der Mond voll ist, sondern auch während des größten Theils der Zeit, wenn sein Licht unmerklich ist. Dann befindet er sich zu nahe bey der Sonne und bleibt mit ihr unter dem Horizonte, wenn er wenig von der Conjunction entfernt oder beynahe neu ist. Der Mond ersetzt also beträchtlich den Mangel der Sonne. — Wie wohlthätig erscheint hier die göttliche Güte und Weisheit!

V. Erscheinung. So wie der Mond nicht beständig in derselben Stunde in den Meridian kommt, sondern jeden Tag nach mittlerer Annahme 48' später als den vorhergehenden, so geht er auch im Allgemeinen alle Tage später auf. Allein hierin findet eine merkliche Verschiedenheit Statt, welche bald fünf Viertelstunden beträgt und bald keine Viertelstunde. Wir können diese Erscheinungen mit ihren Ursachen sehr leicht erklären, durch dieses Kunstwerk gleichfalls anschaulich machen und auf diese Art die unter dem Namen Ernte- oder Kornmond bekannte Erscheinung — daß nämlich in der Erntezeit der Vollmond einige Tage nach einander beynahe in derselben Stunde aufzugehen scheint, auslegen.

I. Der Mond kommt nach mittlerer Annahme täglich 48' später in den Meridian, und da der Aequator senkrecht auf der Achse steht, und die tägliche Bewegung um die Achse geschieht, so würde auch der Mond, bewegte er sich auf dem Aequator, täglich in seinem Auf- und Untergehen gleichmäfsig und wohl beynahe 48' verspäten; allein der Mond bewegt sich in der Ecliptic oder vielmehr in deren Fläche, die nur einen kleinen Winkel mit demselben macht, und hieraus eben entspringt die Verschiedenheit, wovon wir sprechen. Dessen ungeachtet aber hat diese Verschiedenheit unter der heißen Zone und vorzüglich unter dem Aequator nicht Statt, oder ist doch nur gering, weil die Ecliptic da stets einen grofsen Winkel mit dem Horizonte macht. Um dieses zu zeigen, bringe man den Beobachter sehr nahe an den Aequator und den Mond irgendwo auf seine Laufbahn. Nun stelle man den Uhrweiser auf XII Uhr, bringe den östlichen Horizont dem Monde gegenüber (dann geht er auf) und sehe wie spät es ist. Man merke sich genau die Zeit, welche der Uhrweiser anweist, und nenne sie die erste Stunde. Verschiebt man nun den Mond nach der Ordnung der Zeichen 13° oder 9 Theile; so ist der Mond nun in Rücksicht der Erde einen Tag fortgegangen. Man bringe hierauf den Horizont dem Monde gegenüber, bemerke die Stunde und nenne sie die zweyte. Verschiebt man auf diese Art den Mond noch drey oder viermal jedesmal 13° oder 9 Theile, bemerket jedesmal die Zeit des Aufgangs des Mondes durch vier,

fünf, sechs, und beobachtet die Differenz zwischen dem ersten und zweyten, dem dritten und vierten, so wird man finden, daß alle diese Differenzen bey- nahe gleich sind, oder wenig von 48' abweichen.

II. Anders verhält es sich in den gemäßigten Zonen oder auf dem schrägen Stande der Sphäre. Man bringe den Beobachter auf Amsterdam, und da die Neigung der Laufbahn nur einige Veränderung in den Zeiten und in der Sache hervorbringt, so kann man annehmen, daß der Mond sich in der Eclip- tic bewege. Man setze daher den Ring, auf wel- chem der Mond herumläuft, parallel mit der Tafel, d. h. mit der Fläche der Ecliptic. Nun stelle man den Mond in *Pisces* oder *Aries*, bringe dann den östlichen Horizont dem Monde gegenüber, und zeich- ne sich die Stunde an, worauf der Weiser zeigt. Die- ses ist die erste Stunde des Aufgangs. Man bringe hierauf den westlichen Horizont dem Monde gegen- über (dann geht der Mond unter) und bemerke wie- der die von dem Weiser angezeigte Stunde, als die erste des Untergangs. Nun versetze man den Mond fünfmal nach der Ordnung der Zeichen, jedesmal 13° oder 9 Theile, welches die Stellen des Mondes in Rücksicht der Erde während fünf nach einander fol- gender Tage gibt. Man nehme die Differenzen zwi- schen I und II, II und III, III und IV, IV und V Uhr sowohl in Rücksicht des Auf- als Unterganges, und man sieht, daß die Differenzen des Aufgangs sehr klein, die des Unterganges sehr groß sind, so daß die Zeit des Aufganges während einiger Tage

15 oder 20' beträgt, indessen die des Untergangs um 60 oder 70' verschieden ist.

Man bringe den Mond in *Virgo* und wiederhole das Vorhergehende ebenfalls fünfmal, jedesmal mit Bemerkung der Zeit. Nun findet man, daß die Unterschiede zwischen den Zeiten des Aufgangs sehr groß und zwischen denen des Untergangs sehr klein sind, folglich findet gerade das Gegentheil von dem Statt, als der Mond in *Pisces* oder *Aries* stand. Hieraus ist also klar, daß zwischen *Aries* und *Virgo* die Unterschiede der Zeiten in Rücksicht des Aufgangs allmählig größer und in Rücksicht des Untergangs allmählig kleiner werden, und daß der entgegengesetzte Fall beym Uebergang von *Libra* nach *Pisces* Statt findet.

Besitzt man das Kunstwerk, so kann man allen diesen Erscheinungen während eines vollen Mondenumlaufs folgen, und man sieht an demselben vollkommen, was man in der Natur selbst bemerkt, daß nämlich mehrere Tage nach einander der Mond mit wenigen Minuten Unterschied in derselben Zeit aufgeht, indessen zu andern Zeiten die Unterschiede in Rücksicht des Aufgangs zweyer sich folgenden Tage eine Stunde und selbst noch mehr betragen.

Aus dieser Erscheinung ergeben sich die drey im gemeinen Leben nicht sehr beachteten Bemerkungen:

1) daß, wenn der Mond in oder ungefähr in *Aries* steht, er dann während einiger sich folgenden Tage täglich um dieselbe Stunde aufgeht als den Tag zuvor.

2) daß dieses folglich bey jedem Umlaufe des Mondes geschieht.

3) daß dasselbe auch in den entgegengesetzten Zeichen für den Untergang Statt findet, ein Gegenstand, worauf man durchaus keine Aufmerksamkeit wendet.

III. Der Grund, warum man viel mehr auf den Aufgang des Mondes, wenn er mehrere Tage nach einander um dieselbe Zeit aufgeht, Acht gibt, als auf seinen Untergang, ist dieser: man gibt am meisten auf das Acht, was uns Dienste leistet; der Mond leistet uns den meisten Dienst, wenn er voll ist, oder beynahe voll, wenn er durch einen schnellern Aufgang den Tag gleichsam verlängert, und uns erlaubt, Geschäfte zu verrichten, die in der Dunkelheit nicht wohl gethan werden könnten.

Wir wollen nun nach diesen Grundsätzen die vier Jahreszeiten durchgehen, nachdem wir zuvörderst erinnert haben, daß der Mond ungefähr in *Aries* seyn muß, wenn die beabsichtigte Erscheinung bey dem Aufgange des Mondes Statt finden soll.

1) In dem Winter steht die Sonne in *Capricornus*; *Aries* steht 90° von *Capricornus* entfernt, deswegen ist 1) der Mond ungefähr im ersten Viertel; 2) wenn der Mond aufgeht, ist die Sonne noch über dem Horizonte; denn wenn diese untergeht, so ist der Mond ungefähr im Meridian, folglich hat der Mond auf unsere Verrichtungen keinen Einfluß.

2) Im Frühlinge steht die Sonne in *Aries*, folglich wenn der Mond in oder ungefähr in *Aries* steht,

so ist er neu oder ungefähr neu: wir sehen ihn nicht, oder nur einen kleinen erleuchteten Rand, und er ist uns zu wenig nützlich, um unsere Aufmerksamkeit zu treffen.

3) In dem Sommer steht die Sonne in *Cancer*. Wenn daher der Mond in *Aries* steht, so ist er ungefähr im ersten Viertel, und geht erst verschiedene Stunden nach Sonnenuntergang auf, d. h. mitten in der Nacht. Sein früherer oder späterer Aufgang trifft uns folglich nicht.

4) Im Herbst steht die Sonne in oder ungefähr in *Libra*, folglich ist der Mond voll, oder beynahe voll, wenn er in oder ungefähr in *Aries* steht. Er geht dann gegen die Zeit von Sonnenuntergang auf, er verlängert also ohne Zwischenpause den Tag, und zwar gerade um eine Zeit, da man mit Einsammeln des Getreides beschäftigt ist, und folglich eine Verlängerung von Licht für sehr nützlich gehalten werden muß. Es ist also kein Wunder, daß der sogenannte Ernte- oder Kornmond die Aufmerksamkeit des Landmanns auf sich gezogen hat. —

Der Grund dieser Erscheinung ist leicht anzugeben. Er hängt davon ab: 1) weil alsdann die *Ecliptic* in dem schiefsten Stande der Erde einen nicht großen Winkel mit dem Horizonte macht; 2) weil (da die Umkehrung der Erde nicht um die Achse der *Ecliptic*, sondern um die des Aequators geschieht, welche schief auf der *Ecliptic* liegt) der Winkel nicht allezeit gleich groß ist, bald kleiner, bald größer, so wie erhellt, wenn man den Erdball um seine

Achse drehet und die Winkel, welche die Ecliptic mit dem Horizonte bildet, bemerkt; 3) weil der Winkel am kleinsten ist, wenn *Aries*, am grölsten im Gegentheil, wenn *Capricornus* in dem östlichen Horizonte steht. Das Umgekehrte findet für den westlichen Horizont Statt. Dieses erhellt abermals durch das Kunstwerk. Endlich 4) weil während einiger auf einander folgenden Tage eine desto geringere Verschiedenheit zwischen der Zeit des Auf- und Unterganges Statt findet, wenn der Winkel mit dem Horizonte kleiner, und eine desto grössere, wenn der Winkel grösser ist.

Dafs die Winkel der Ecliptic mit dem Horizonte am kleinsten sind, wenn *Aries* am östlichen und *Libra* am westlichen Horizonte sich befindet, erhellt abermals hieraus, dafs alsdann, so wie auf diesem Erdball zu sehen ist, die Ecliptic, welche mit dem Aequator einen Winkel von $23\frac{1}{2}^{\circ}$ bildet, zwischen dem Aequator und dem Horizonte sich befindet, und dafs der Winkel der Ecliptic mit dem Horizonte alsdann gleich ist dem des Aequators mit dem Horizonte minus $23\frac{1}{2}^{\circ}$. Wenn man im Gegentheil *Aries* in den westlichen und *Libra* in den östlichen Horizont stellt, so fällt der Aequator zwischen dem Horizont und der Ecliptic; der Winkel der Ecliptic mit dem Horizonte ist daher alsdann gleich dem des Aequators mit dem Horizonte plus $23\frac{1}{2}^{\circ}$. Folglich ist der Winkel 47° grösser als im ersten Falle, eine Differenz, die grösser

oder kleiner wird, je nachdem sich der Mond in diesen Zeiten in oder unter der Ecliptic befindet.

Dafs endlich der Unterschied, welcher in den Zeiten des Auf - und Untergangs eines Platzes der Ecliptic zwischen zwey sich folgenden Tagen Statt findet, desto kleiner ist, je nachdem die Ecliptic mit dem Horizonte einen kleinen Winkel bildet, dieses wird sehr deutlich aus einer einfachen Figur erhellen, wenn man sich erinnert, dafs ein Gegenstand desto längere Zeit nöthig hat, um von dem Platze unter dem Horizonte in den Horizont heraufzukommen, je nachdem er sich tiefer unter dem Horizonte befindet.

Es sey demnach (Fig. 6) AB der Horizont, C ein Platz der Ecliptic in derselben, wo der Mond an einem gewissen Tage sich beym Aufgange befindet, eCD stelle die Ecliptic vor, wenn sie einen kleinen Winkel eCA , und ECD , wenn sie einen grossen Winkel ECA mit dem Horizonte macht. Der Mond, welcher heute in C ist, wird morgen Abend zu derselben Zeit 13° auf der Ecliptic vorwärts gegangen seyn, und daher in dem ersten Falle in d , in dem zweyten in D seyn, jedoch so, dafs Cd mit CD gleich ist. Nun ist es deutlich, dafs D tiefer unter dem Horizonte liegt als d , deswegen mufs mehr Zeit verlaufen, ehe D als d in den Horizont kommt, d. h. es mufs, wenn die Ecliptic einen grossen Winkel C mit dem Horizonte bildet, mehr Zeit als 24 Stunden verlaufen,

um den Mond wieder in den Horizont zu bringen, als wenn die Ecliptic einen kleinen Winkel macht.

Auf eine so bequeme, auf eine so überzeugende Art können also die Erscheinungen auf diesem Kunstwerk gezeigt und erklärt werden!

VI. Erscheinung. Die Zeit, welche zwischen Auf- und Untergang des Mondes verläuft, ist diejenige, wo er über dem Horizonte bleibt. Man kann sie sehr leicht finden, wenn man weiß, wie lange die Sonne zu bestimmten Zeiten unter dem Horizonte bleibt. Der Mond legt nach mittlerer Angabe in 5 Tagen 60° in Beziehung auf die Erde zurück, folglich ungefähr so viel als die Sonne in zwey Monaten. Wenn also am 21. März, z. B. der Mond 8 Tage alt wäre, so würde er 8 Tage zuvor mit der Sonne in Conjunction gewesen seyn; daher wird er in den 8 Tagen so viel Grade zurückgelegt haben, als die Sonne in 3 Monaten und 6 Tagen; folglich wird der Mond nun stehn, wo die Sonne 3 Monate und 6 Tage später, d. h. am 27. July stehn wird, und auch so lange über dem Horizonte bleiben, als die Sonne alsdann verbleiben wird, d. h. große 15 Stunden.

Wenn der Mond 8 Tage alt ist, geht er nach mittlerer Angabe $48'$ mal 8 oder $384'$ d. h. 6 St. und $24'$ nach der Sonne, d. h. um VI U. $24'$ Abends durch den Meridian und da in dem angezeigten Beispiele der Mond 15 Stunden über dem Horizonte bleibt, d. h. ungefähr $7\frac{1}{2}$ vor und $7\frac{1}{2}$ nach der An-

kunft im Meridian, so erhellt, daß er gegen XI U. morgens aufgeht, und nicht eher unter, als gegen II U. in der Nacht. Ob schon diese Rechnung ungleich ist, so zeigt sie doch an, wie leicht man die bestimmte Zeit bis auf einen geringen, hier fast nicht zu achtenden Zeittheil finden kann. Wenn man von der gemeldeten Zeit diejenige abzieht, welche zwischen Auf- und Untergang des Mondes verstreicht, so kennt man die Zeit, während welcher der Mond in Abwesenheit der Sonne die Erde erleuchtet, und uns folglich Dienste gewährt.

Dieses sey über die Erscheinungen der dritten Classe genug. Wir gehen nun zur vierten über, in welcher von den Finsternissen (Eclipsen) gehandelt wird, und auch in dieser Rücksicht ist dieses Lunarium von großem Nutzen.

IV.

Der Mond ist in jedem Umlaufe einmal neu und einmal voll, d. h. einmal in Conjunction und einmal in Opposition. Er würde folglich, wenn er sich in der Fläche der Ecliptic bewegte, jeden Monat einmal die Sonnenscheibe vorbegehen, und uns hindern, diesen Körper zu sehen, und einmal hinter der Erde vorüberzueilen, so, daß die Sonnenstrahlen durch den dazwischen stehenden Erdball verhindert werden würden, auf ihn zu fallen, wodurch er gänzlich seines Lichts beraubt würde, d. h. es würden alle Monate zwey Eclipsen oder Finsternisse, nämlich eine der Sonne und eine des Mondes

Statt finden. Dieses ist jedoch, wie allgemein bekannt, nicht der Fall, und die Ursache davon liegt darin, daß der Mond sich nicht auf der *Ecliptic*, sondern auf einer Bahn, welche auf dieselbe sich neigt, bewegt. Dieses soll nun näher entfaltet werden. Ich werde daher zeigen:

- I) worin die *Eclipsen* bestehen;
- II) wenn sie Statt finden;
- III) welche Erscheinungen man bey denselben gewahr wird, und endlich
- IV) wenn sie einmal Statt gefunden haben, zu welcher Zeit sie wiederkehren, und in welcher Ordnung sie gesehn werden.

I) Man nehme an (Fig. 7), daß AB der Durchmesser der Sonne ist, CD der des Mondes. Wenn man die Linien ACG und $B DG$, die sich in G treffen, zieht, so wird CDG der Durchmesser des kegelförmigen Schattens seyn, welchen der Körper CD unter sich wirft, so daß alle Körper, welche sich in CGD befinden, nicht mehr von der Sonne beschienen werden, und alle Bewohner, welche sich darin befinden, würden die Sonne nicht sehen. Man ziehe XY , worauf der Schatten fällt, dann erhellt

- 1) daß der Theil EF ganz verdunkelt seyn wird, da er in dem Schatten liegt;
- 2) daß die Bewohner in H und I die Sonne noch gänzlich sehen werden, weil die Strahlen HEB und IDA längs den äußersten Enden C, D , des Körpers CD fallen;
- 3) die Bewohner zwischen H und F , oder zwischen I und

F, werden die Sonne nicht mehr ganz sehen, sondern nur einen Theil derselben, welcher desto geringer seyn wird, je mehr sie sich dem Schattenkegel *EF* nähern; z. B. die Beobachter in *K* und *L* sehen die Sonne nur der Erste von *A* bis *Z*, der Andere von *B* bis *Z*, d. h. sie sehen nur die halbe Sonnenscheibe, woraus folgt 4) daß die Theile *HF* und *IF* des Körpers *XY* nicht durch die ganze Sonne, sondern nur durch einen Theil derselben beschienen und daher schwächer erleuchtet werden, als das übrige *XH* und *YI*, und daß die Verminderung von Licht unmerklicher wird, je nachdem man sich dem Schatten *EF* mehr und mehr nähert. Die Theile *HE* und *IF* sind daher nicht alles Sonnenlichts, sondern nur eines Theils desselben beraubt, weswegen man *HE* und *FI*, welche den wahren Schatten *EF* auf beyden Seiten umgeben, Nebenschatten nennt.

Man sieht ferner, daß die Gröfse des Schattens *EF* und folglich auch der Beyschatten von der relativen Gröfse der beyden Körper *AB* und *CD*, von derselben Abstand unter einander, so wie auch von dem Abstände der Körper *EF* zu *CD* abhängt, so daß der Schatten *EF* größer seyn wird 1) nach Mafsgabe als *CD* größer ist, als *AB*, 2) nach Maafsgabe als *CD* entfernter von *AB* und *EF*, und weniger entfernt von *CD* ist. Die Gröfse von *EF* wird man berechnen können, sobald die Beziehung von *CD* zu *AB* und die Entfernungen von *AB* und *CD* zu *XY* gegeben sind.

Nach diesen allgemeinen Anmerkungen wird es leicht seyn zu zeigen, worin die Eclipsen bestehn.

Man nehme an, die Erde CD befinde sich zwischen Sonne und Mond und der Mond sey folglich voll. Hier wird man bemerken, daß, da der Diameter (CD) der Erde viermal so groß ist, als der des Mondes, der Diameter des Schattenkegels dem des Mondes nur auf einem sehr hohen Abstände gleich seyn wird, und daß dieser Abstand viel größer ist, als der, worauf sich der Mond zur Erde befindet, so daß, wenn der Mond in den Schattenkegel kommt, er darin gänzlich begraben werden kann. Wenn der Mond gerade in den Schatten EF ganz oder einem Theile nach kommt, so wird der Theil, der darin kommt, seines Lichtes beraubt, und deswegen wird der Mond ganz oder seinem Theile nach verdunkelt werden; man wird folglich eine totale oder partielle Mondfinsterniß haben. Eine Mond-eclipse besteht also darin, daß der Mond entweder einem Theile nach, oder gänzlich von der Sonne nicht beleuchtet werden kann, und daher seines Lichts beraubt wird. Um dieses durch unser Kunstwerk zu zeigen, wähle man den kleinen Erdball und setze ein brennendes Licht in die Stelle des Sonnenbällchens. Sobald man das Licht gerade der Erde gegenüber hält, und in einem solchen Abstand, daß der Schatten davon bestimmt oder begränzt ist, so kann man diesen so fallen lassen, daß er den Mond-

ball gänzlich oder einem Theile nach seines Lichts beraubt, und eine Mondfinsterniß vorstellt.

Wenn man nun annimmt, daß AB die Sonne, CD der Mond, und XY die Oberfläche der Erde ist, so ist leicht einzusehen, daß, da der Durchmesser des Mondes viel kleiner ist als der der Erde, der Umfang des Schattenkegels, der auf die Erde fällt, in Rücksicht der Erde noch viel kleiner und weit entfernt seyn muß, die ganze Oberfläche der Erde zu bedecken. Wenn daher der Mond zwischen Sonne und Erde kommt und folglich neu ist, so wird der Theil EF , wohin sein Schatten fällt, gänzlich seines Lichts beraubt seyn und die Sonne nicht sehen, der Theil aber, wohin der Nebenschatten HE oder IF fällt, wird nur einen Theil der Sonne sehen, und folglich schwächer als gewöhnlich erleuchtet seyn, indess die übrigen Theile der Erde das Licht der Sonne fortdauernd empfangen werden. Wenn also eine Sonnenfinsterniß Statt findet, d. h. wenn der Schatten des Mondes irgendwo auf die Erde fällt, so besteht die Eclipse nicht darin, daß die Sonne ihres Lichts beraubt wird, sondern einzig darin, daß die Zwischenkunft des Mondes die Sonne verhindert, ihr Licht gänzlich oder einem Theile nach auf diesen oder jenen Theil der Erde fallen zu lassen. Folglich sieht man nicht überall die Sonneneclipse, man sieht sie nicht zu gleicher Zeit und auch nicht überall auf dieselbe Weise, da im Gegentheil bey einer Mondeclipse alle Plätze, wo der Mond über dem Horizont ist, die Eclipse, die in einer wahren Berau-

bung des Lichts besteht, in demselben Augenblick und auf dieselbe Weise gewahr werden. Um dieses durch unser Kunstwerk darzustellen, gebrauche man denselben Apparat, allein man stelle das Licht so, daß der Mond zwischen ihm und der Erde steht, und man sieht den Schatten auf die Erde fallen. Diese Erscheinung wird noch deutlicher und treffender, wenn man den großen Erdball gebraucht, denn jetzt sieht man zugleich, welcher kleine Theil der Erde durch den Schatten des Mondes verdunkelt wird, indessen alles Uebrige gehörig erleuchtet bleibt.

Dieses sey genug von dem, worin die Eclipsen bestehen; wir wollen nun sehen, wann sie können gesehen werden.

II. Wir fangen mit den Mondeclipsen an. Es sey (Fig. 8) Z die Sonne, A die Erde, folglich ZAK die Ecliptic und DKF der Durchmesser des Erdschattens; L oder l sey der Mond. Aus dem Gesagten erhellt nun, daß, so lange der Mond entweder über der Linie DK oder unter FK ist, oder wenn derselbe, so wie für die Figur L und l Statt findet, G oder H berührt, dann noch keine Eclipse Statt findet; sondern daß erst, wenn der Mond L oder l sich der Ecliptic noch mehr nähert, eine Eclipse vorfällt, d. h. so lange die Breite des Mondes größer ist als ML oder Ml , so ist keine Eclipse; allein sobald sie kleiner wird, so kommt der Mond in den Schatten, und es findet eine Eclipse Statt. Die Breite LM oder lM ist gleich der Summe von LG oder lH , dem halben Durchmesser des Mondes, wel-

cher noch keine $17'$ beträgt, und von GM oder HM , dem halben Durchmesser des Schattens, wovon leicht zu beweisen ist, daß er nicht über $47'$ betragen kann, so daß, wenn die Breite LM oder lM die Summe von 17 und 47 oder $64'$ beträgt, dann keine Mondfinsterniß Statt finden kann, sondern es kann nur eine Statt finden, wenn die Breite geringer ist.

In Fig. 8 ist der Winkel $GAM = GAI$ minus MAI oder BAZ , d. h. weniger den halben Diameter der Sonne, oder $16'$; aber $\angle GAI = \angle ABG + BGA$, welche Winkel gleich sind der Differenz, welche Statt findet zwischen dem Einwohner der Sonne oder des Mondes auf der Oberfläche und demjenigen, welcher denselben aus dem Mittelpuncte der Erde beschauen würde, d. h. $\angle ABG$ ist dasjenige, was man Parallaxe der Sonne nennt, welche nur $8\frac{1}{2}''$ beträgt, und $\angle BGA$ ist die Parallaxe des Mondes, welche keine $63'$ beträgt, so daß $\angle GAM$ höchstens $63'$ minus $16'$ d. h. $47'$ ausmacht.

Ich habe oben gesagt: es kann, und nicht: es muß unter den angeführten Bedingungen eine Finsterniß des Mondes Statt finden; denn der Diameter des Mondes kann uns kleiner erscheinen, als unter einem Winkel von $17'$, alsdann nämlich, wenn der Mond von uns entfernter ist; der halbe Diameter kann auch kleiner seyn als $47'$, wenn die Erde

näher bey der Sonne ist. Wenn aber die Breite des Mondes kleiner ist als die Summe dieser beyden kleinsten Diameter, so muß eine Eclipse Statt finden.

Es folgt also aus dem Gesagten, daß keine Mondeclipse vorfallen kann, wenn nicht der Mond nur eine geringe Breite hat, d. h. er muß sehr nahe bey den Knoten seyn. Aus der bekannten Neigung der Mondesbahn wird es nun leicht zu berechnen seyn, daß der Abstand des Mondes von den Knoten, wenn der Mond nur 64' Breite hat, nur 12° beträgt. Dieses ist der Grund, warum man diesen Abstand von 12° auf beiden Seiten der Knoten die Grenzen der möglichen Eclipsen nennt. Dieser Abstand ist hier auf dem obersten Ringe oder auf der Laufbahn des Mondes mit einem @ angewiesen. Die Gränze der nothwendigen Eclipsen fällt auf ungefähr 10° Abstand von den Knoten.

Es kann keine Mondfinsterniß Statt finden, wenn nicht der Mond voll ist, und überdem weniger als 12° von dem Knoten absteht. Ist er weniger als 12° davon entfernt, so kann eine Eclipse Statt finden, und es muß deren eine Statt haben, wenn der Abstand nur 10° beträgt. Da nun ein so geringer Abstand von den Knoten bey jedem Vollmonde nicht Statt finden kann, so sieht man, warum nicht alle Monate eine Mondfinsterniß vörfällt. Hierüber in der Folge ein Mehreres.

Dasselbe findet für die Sonne Statt. Es kann keine Sonnenfinsterniß Statt finden, es sey denn, daß der Schatten oder Nebenschatten des Mondes auf die Erde falle. Man nehme an, daß (Fig. 9) QAP die Erde sey, Z die Sonne, ZA die Ecliptic; der Mond sey in M , MZL eine Linie senkrecht auf der Ecliptic ZA , welche die Breite des Mondes andeutet. Die Sonne ist so weit von uns entfernt, daß wir die Strahlen AZ , PZ , längs welchen die Bewohner verschiedener Plätze dieselbe sehn, hier für parallel mit einander halten können, denn der Winkel, welchen sie bilden, beträgt ja nur $8\frac{1}{2}''$. Der Einwohner P sieht dann den Mittelpunkt durch den Gesichtsstrahl PZ . YD sey die Linie aus dem äußersten Sonnenrande, Y parallel mit ZP , und M der Mond, dessen äußerster Rand D die Linie YD berührt. Dann ist noch keine Sonnenfinsterniß für irgend einen Bewohner der Erde; denn der Rand des Mondes scheint nur den der Sonne zu berühren. Wenn aber der Mond in seiner auf die Ecliptic sich neigenden Bahn fortgeht, und folglich näher zur Linie ZP kommt, so wird die Scheibe des Mondes vor die Sonnenscheibe kommen, und der Beobachter P sieht eine Sonnenfinsterniß.

Es kann also keine Sonnenfinsterniß Statt finden, so lange die Breite des Mondes LM gleich oder größer als ML ist. Allein LM ist gleich $LZ + CD + DM$, die scheinbare Gröfse von LZ wird durch den Winkel LPZ , oder durch

ALP bestimmt, und dieses ist dasjenige, was man Parallaxe des Mondes nennt.

Es kann keine Sonnenfinsterniß vorfallen, obgleich der Mond neu ist, wenn *LM*, die Breite des Mondes, nicht kleiner ist als die Summe der Parallaxe des Mondes ($62'$), des halben Sonnendiameters ($16'$), und des halben Monddiameters ($17'$), d. h. $95'$. Ist die Breite kleiner, so kann deren eine vorfallen, und es muß deren eine Statt finden, wenn die Breite des Mondes kleiner ist als die Summe der drey angeführten Größen, wenn diese am kleinsten sind. Alsdann betragen sie nur $85'$, so daß die äußersten Grenzen der Mondesbreite, um eine Sonnenfinsterniß hervorzubringen, $95'$ auf das größte und $85'$ aufs kleinste sind, welches mit einem Abstände der Knoten von 18 und 17° übereinkommt. Dieses ist der Grund, warum auf der Mondbahn, oder auf dem obersten Ringe dieses Kunstwerks, auf dem Abstände von 18° von den Knoten, auf beyden Seiten ein $\odot$ eingeschnitten ist, um die Grenzen der Sonneneclipsen anzuzeigen.

Weil nun ein so geringer Abstand von den Knoten nicht jedesmal, wenn der Mond voll ist, Statt findet, so erhellt, warum nicht alle Monate eine Sonnenfinsterniß vorfallen können; auch hierüber in der Folge ein Mehreres.

Da die Grenzen der nothwendigen Sonneneclipsen 17° auf beyden Seiten des Knotens und die des Mondes nur 10° betragen, so folgt, daß mehr Sonnen - als Mondfinsternisse vorfallen müssen, und so

ist es auch in der That; allein an einem und demselben Orte sind mehr Sonnen - als Mondfinsternisse sichtbar, weil nicht alle Sonneneclipsen (im Gegensatz der Mondeclipsen) an allen Orten des Erdbodens sichtbar sind, selbst da nicht, wo die Sonne über dem Horizonte ist.

III. Die Erscheinungen bey den Eclipsen verdienen zwar unsere ganze Aufmerksamkeit, da aber auf einem Werkzeuge dieser Art der größte Theil derselben nicht gezeigt werden kann, so werde ich hier der Ordnung wegen nur das Allgemeine von den Sonnen - und Mondeclipsen abhandeln können.

Mondfinsternisse.

I. Erscheinung. Im Anfange und nach der Eclipse, ehe der Schatten der Erde auf die Mondscheibe fällt, oder nachdem derselbe davon gewichen ist, scheint der Mond mit einem bleichern Lichte.

Dieses rührt von dem Nebenschatten her, welcher, wie wir gesehen haben, verursacht, daß die Körper, wenn gleich von der Sonne beschienen, dennoch schwächer erleuchtet werden.

II. Erscheinung. Die Verfinsterung des Mondes fängt jedesmal an der östlichen Seite der Scheibe an.

Der Mond bewegt sich auf seiner Laufbahn von Westen nach Osten, der östliche Rand begegnet also zuerst dem Erdschatten, und tritt auch wieder zuerst

aus demselben heraus. In einigen sehr seltenen Fällen kann das Gegentheil Statt finden (s. Kepler Astr. Pars optica, p. 412).

III. Erscheinung. Oft, und am meisten, wird nur ein Theil des Mondes verfinstert, bald der nördliche oder obere, bald der südliche oder untere Theil. Die Gestalt des Schattens ist jedesmal zirkelförmig. Zuweilen wird der Mond gänzlich verfinstert, entweder für einen Augenblick, oder für einige Zeit, die bis auf 2 Stunden steigen kann. Da (Fig. 10) seine Laufbahn BC sich auf die Ecliptic neigt, so wird der Mond nur einem Theile nach in den Erdschatten kommen, wenn die Breite zur Zeit der Eclipse nur wenig kleiner ist, als die Summe des halben Diameters des Erdschattens. Der südliche Theil wird verfinstert werden, wenn die Breite des Mondes nördlich ist, im Gegentheil der nördliche Theil, wenn die Breite des Mondes südlich ist, oder wenn der Mond sich unter der Ecliptic befindet. Da nun der Schatten ein Kegel ist, so ist sein Durchschnitt hier ein Zirkel. Ist die Breite gleich dem Durchmesser des Schattens minus den Monddiameter, oder geringer, so wird der Mond gänzlich in den Schatten fallen und folglich ganz verfinstert werden. Diese totale Eclipse wird überdem central seyn, wenn während der Eclipse der Mittelpunkt des Mondes auf die Ecliptic kommt, oder wenn seine Breite null ist. Eine solche totale Verfinsterung kann zuweilen 2 Stunden dauern, weil (Fig. 8.) der Durchmesser des Schattens GH zuwei-

len wohl das Dreidoppelte des Monddurchmessers beträgt, und weil folglich der Mond gänzlich im Schatten bleibt, während die Erde zwey seiner Durchmesser durchläuft. Der Mond aber gebraucht zwey Stunden, um in Rücksicht der Erde 60' zu durchlaufen.

Wenn man ein Licht gehörig hält, so kann man den Schatten des Erdballs unserer Maschine auf eine solche Art auf das Mondbällchen fallen lassen, daß entweder der obere oder der untere Theil, oder auch der ganze Mond verfinstert wird.

IV. Erscheinung. Während den Eclipsen, selbst bey totalen, wird der Mond nur sehr selten ganz und gar, oder einem Theile nach vollkommen verfinstert; sondern er scheint nur als mit einem dicken dunkelrothen Nebel oder Rauche bedeckt, welcher uns noch erlaubt, die Flecken des Mondes zu unterscheiden, so wie auch dasjenige, was auf dem dunkeln Theile des Mondes während der Eclipsen vorgeht.

Wir haben in der allgemeinen Betrachtung von *DF* (Fig. 8) als von einem Schattenkegel gesprochen, welcher bloß durch die Strahlen *BD*, *EF*, welche den Körper der Erde selbst berühren, gebildet wird. Die Erde ist mit einem Dunstkreise umgeben, und wenn die Strahlen der Sonne aus dem Firmament in den Dunstkreis fallen, so werden sie gebogen und vereinigen sich schneller, als sie nicht thun würden, wenn sie die Oberfläche der Erde selbst berührten. Diese Strahlen, welche durch den

Dunstkreis gebogen worden, mässigen die Dunkelheit des wahren Schattenkegels, und bringen die angeführte Erscheinung hervor. Es hat jedoch Mondfinsternisse gegeben, wie z. B. den 13. März 1588, vom $\frac{29 \text{ Nov.}}{9 \text{ Dec.}}$ 1601, vom $\frac{5}{13}$ Juny 1620, welche von Kepler beobachtet wurde (s. Astron. Pars opt. p. 277, 397 und Epitome Astr. Copern. p. 825) vom $\frac{15}{25}$ April 1642, beobachtet durch Helvetius (s. Helv. Seelenogr. p. 116) in Danzig und durch Phocylides Holwarda zu Franeker, in welchen der Mond auf eine solche Art verschwand, daß er weder mit bloßen Augen, noch mit Ferngläsern zu finden war, obgleich man an dem Orte, wo der Mond seyn mußte, selbst Sterne von der fünften Grölse deutlich unterscheiden konnte. Bey der Mondfinsternis vom 23. Dec. 1703 zu Montpellier (s. Mém. de l'Academie 1704 p. 222) erschien der Mond, nachdem er gänzlich in den Schatten gekommen, erst sehr dunkelbleifarbig, dann roth um den Rand, nachher zeigte sich erst ein Fleck wahren Schattens und eine halbe Stunde später war der Mond gänzlich unsichtbar geworden. Wir übergehen andere Beyspiele mit Stillschweigen. Bey dergleichen Finsternissen ist der Mond in den Theil des Schattens gekommen, wohin die durch den Dunstkreis gebrochenen Strahlen nicht dringen können, und daher wird er gänzlich oder einem Theile nach vollkommen verdunkelt und verschwindet gleichsam ganz und gar aus unsern Augen.

Sonnenfinsternisse.

Die Erscheinungen der Sonnenfinsternisse sind zum Theil dieselben wie die des Mondes, und zum Theil sind sie von denselben verschieden. Die Verschiedenheit besteht im Allgemeinen darin, daß, wie bereits oben angeführt ist, der Mond, wenn er eine Verfinsterung erleidet, in der That seines Lichts beraubt wird, und diese Finsterniß deswegen überall, wo der Mond alsdann über dem Horizonte ist, in demselben Augenblick und auf dieselbe Weise bemerkt wird; da im Gegentheil die Sonne, wenn sie eine sogenannte Verfinsterung erleidet, nicht ihres Lichts beraubt wird, sondern vielmehr der Mond, der sich zwischen der Erde und der Sonne befindet, nur die Bewohner der Erde verhindert, die Sonne entweder einem Theile nach oder ganz und gar nicht zu sehen, so daß eine solche Finsterniß an verschiedenen Orten, in verschiedenen Zeiten und auf verschiedene Art gesehn wird, an einigen Orten sehr gut, auf andern ganz und gar nicht. Es finden auch Verschiedenheiten in der Art der Verfinsterung Statt. Wir wollen die Erscheinungen kürzlich aufzählen.

I. *Erscheinung.* Bey einer Sonnenfinsterniß wird der westliche Rand der Sonne zuerst verfinstert.

Der Mond bewegt sich in seiner Laufbahn von Westen nach Osten; er nähert sich daher durch seine in Rücksicht der Erde große Schnelligkeit dem

westlichen Rande der Sonne, und dieser muß aus dieser Ursache zuerst verfinstert werden.

II. Erscheinung. Die Einwohner der Erde, die westlich liegen, sehen die Sonnenfinsterniß eher, als die, welche östlich wohnen. Dieses folgt aus der vorhergehenden Erscheinung.

III. Erscheinung. Bey einer Sonnenfinsterniß zeigt sich die Sonne entweder einem Theile nach (es sey in dem nördlichen, d. h. dem obern, oder in dem südlichen, d. h. dem untern Theile) oder gänzlich, oder auch ringförmig verfinstert.

Die allgemeinen Ursachen dieser Erscheinungen sind die nämlichen, wie für den Mond; allein es finden dabey einige Besonderheiten Statt.

Wenn nämlich während der Eclipse der Mond noch nördliche Breite hat, oder über der Ecliptic ist, dann wird der obere Theil der Sonne verfinstert, wenn er sich aber unter der Ecliptic befindet, oder wenn er südliche Breite hat, so wird der untere oder südliche Theil verfinstert seyn.

Wenn der Mond noch so weit von der Ecliptic absteht, daß sein Mittelpunkt während der Eclipse in Rücksicht keines Platzes der Erde mit dieser und dem Mittelpuncte der Sonne in einer geraden Linie steht, so wird die Sonne für keinen Platz gänzlich verfinstert seyn, und es wird nur eine partielle Eclipse Statt finden.

Wenn der Mond in Rücksicht eines Platzes gerade vor der Sonne steht und diese zugleich gänzlich bedeckt, so hat man eine totale Sonnenfinsterniß.

Allein diese kann nur von sehr kurzer Dauer seyn; denn sie kann nur Statt finden, wenn der scheinbare Durchmesser des Mondes dem der Sonne gleich, oder gröfser ist. In dem ersten Falle dauert die totale Finsternis nur einen Augenblick, in dem zweyten kann sie 2 bis 3 Minuten dauern, weil der grofse scheinbare Diameter des Mondes den kleinen scheinbaren Diameter der Sonne kaum zwey Minuten übertrifft, wovon die Hälfte, eine Minute, oder ein wenig mehr durch den Mond in 2 bis 3 Minuten durchlaufen wird.

Noch kann es geschehen, dafs zur Zeit einer Sonnenfinsternis der Diameter des Mondes kleiner ist als der der Sonne, oder dafs der Diameter des Mondes vollkommen, oder ungefähr mit dem der Sonne überein kommt. In diesem Falle wird der Mond die Sonne nicht gänzlich bedecken, sondern einen erleuchteten Rand oder Ring übrig lassen (Fig. 11) und dieses ist der Grund, warum dergleichen Eclipsen ringförmige genannt werden. Sie fallen nur wenig und an bestimmten Orten vor. Man hat eine solche in Schottland am 1. März 1737, und eine andere den 25. July 1748 in Frankreich am 1. April 1764 gesehen. Ulloa beobachtete eine dergleichen auf der See am 24. Juny 1778, welche noch mit einigen Sonderbarkeiten gepaart war. Am 5. Sept. 1793 ist eine Sonnenfinsternis in Warschau ringförmig gesehen worden. Felix meritis, eine Gesellschaft zu Amsterdam, bewahrt in ihrem Museum eine schöne Zeichnung davon, welche ihr

durch den Prinz Poniatowsky zum Geschenke gesandt ist.

Wenn eine totale Sonnenfinsternis Statt findet, so hat man auf kurze Zeit Dunkelheit, wie in der Nacht. Dieses hat Statt gefunden zu Coimbra am 21. August 1560, in London am 12. May 1716 und am 22. May 1724. Die Sterne kamen zum Vorschein, Thiere und Vögel begaben sich zum Schlaf. Der Augenblick, in welchem der kleinste Theil der Sonne wieder sichtbar ward, glich einem Blitze und die Dunkelheit verschwand. Sterne kommen auch zuweilen bey großen, wenn auch nicht totalen Sonnenfinsternissen zum Vorschein. Man hat Sterne bey der ringförmigen Verfinsterung am 1. März 1737, und auch am 24. Juny 1778 gesehen. Bey totalen Sonnenfinsternissen hat noch dieses Statt, daß sich dann meistens um die Sonne ein gewisses schwaches Licht, zuweilen rund, meistens kegelförmig zeigt, welches dann den Farben der Strahlen des Nordlichts gleicht, oder dem sogenannten Zodiacallicht, welches man zu gewissen Zeiten, vorzüglich gegen den Frühling des Abends nach Sonnenuntergang, ungefähr da, wo die Sonne untergegangen ist, zufolge der Richtung des Thierkreises sieht. Diese genannte Erscheinung ist in der That nichts anders, als das Zodiacallicht selbst. Man sah diese Erscheinung bey den totalen Sonnenfinsternissen von 1567, 1706, 1716, 1724, 1733, 1778, selbst bey der ringförmigen von 1724. Man findet davon auch einige Spuren bey alten Schriftstellern; allein unsere

Gränze erlaubt uns nicht darüber weitläufiger zu handeln, so wie auch nicht über die Besonderheiten, welche man mehrmals auf dem dunklen Theile des Mondes wahrgenommen hat. Ich füge hier bloß hinzu, daß die Verfinsterung, oder vielmehr die Verminderung von Licht bey partiellen Eclipsen zuweilen sehr merklich ist. Bey der Sonnenfinsterniß vom 23. Sept. 1699, welche zu Greifswalde nur $\frac{1}{80}$ der Sonne unbedeckt ließ, konnte man weder lesen, noch schreiben, Venus, Mercur, der schöne Stern Regulus und Spica zeigten sich. Am 5. Sept. 1793 sah man zu Hamburg, wo die Verfinsterung $10\frac{3}{4}$ Zoll, d. h. den 12ten Theil der Sonne betrug, Venus und Mars. Zu Enschedé sahe man, zufolge den Wahrnehmungen des geschickten und verdienstvollen L. Nieuwenhuis, keine Sterne, allein das Tageslicht glich dem Lichte des Abends bey Sonnenuntergange.

Dieses sey genug über die Erscheinungen, welche bey Eclipsen Statt finden. Wir gehen nun zum letzten Stücke über, nämlich zur Betrachtung der Zeiten, wann die Eclipsen wieder kommen, und in welcher Ordnung sie gesehen werden.

IV. Wenn eine Eclipse Statt finden soll, so muß der Mond entweder voll oder neu seyn, und zugleich sich in dem Knoten oder nahe bey demselben befinden. Man nehme an, daß der Mond in einem bestimmten Augenblicke neu oder voll ist, und zugleich in dem Knoten. Er wird alsdann nach 12 T. 12 St. 44' wieder neu oder voll seyn; er

wird ferner, da er in 27 T. 7 St. 44' einen runden Umlauf macht, $389^{\circ} 5' 31''$ zurückgelegt haben, und angenommen, daß der Knoten unbeweglich wäre, $29^{\circ} 6'$ von dem Knoten entfernt seyn. Allein der Knoten geht in einem Jahre $19^{\circ} 21'$ rückwärts, folglich wird der Knoten in dieser Zeit von 29 T. 12 St. 44' um $1^{\circ} 34'$ zurückgegangen seyn, welche hinzugefügt zu den $29^{\circ} 6'$ für den Abstand, worauf sich der Mond nach seiner Kuppelumlaufszeit von dem Knoten befinden wird, $30^{\circ} 40'$ geben. Auch dieses erhellt aus unserm Kunstwerk, wenn man den Mond gehörig auf seinem Ringe herumführt um den Knoten zugleich rückwärts gehen läßt.

In jeder Kuppelumlaufszeit wird sich der Mond $30^{\circ} 40'$ von dem Knoten entfernen. Aus diesem einfachen Raisonnement fließen die folgenden Erscheinungen, welchen man, indem man das Mondbällchen längs dem Ringe fortgehn läßt, und diesen so stellt, wie die Erklärung fordert, Stück für Stück pünctlich folgen, und sie gleichsam durch Proben anschaulich darstellen kann (s. Riccioli Almages-tum T. 3. p. 346 sqq.)

I. Erscheinung. Wenn der Mond an einem gewissen Tage voll ist, und eine Eclipse erleidet, so wird bey dem folgenden Vollmond keine Eclipse Statt finden. Man stelle den Mond 12° von einem der Knoten und folglich auf einen Abstand, wo kaum eine Eclipse Statt haben kann, so wird der Mond, wenn er wieder voll ist, $30^{\circ} 40'$ entfernter stehn. Er wird also $30^{\circ} 14'$ minus 12° oder $18^{\circ} 40'$ vor

dem Knoten vorbey seyn, und es ist keine Mond-eclipse möglich.

II. Erscheinung. Wenn die Sonne bey dem Neumonde an einem gewissen Tage eine Eclipse erleidet, so kann bey dem folgenden Neumonde wieder eine Eclipse Statt finden; allein dann werden sie beyde klein seyn, und wenn die Eine an der nördlichen Seite der Sonne vorfällt, so wird die andere an der südlichen Seite vorfallen, und umgekehrt; allein bey dem folgenden Neumonde kann keine Eclipse Statt haben. Man stelle den Mond 18° vor dem südlichen Knoten so, daß er noch nördliche Breite habe. Die Eclipse wird dann klein seyn und den nördlichen Theil der Sonne treffen. Bey dem folgenden Neumonde wird der Mond in Rücksicht des Knotens $30^{\circ} 40'$ fortgegangen seyn, und folglich wird er $30^{\circ} 40'$ minus 18° , d. h. $12^{\circ} 40'$ von dem Knoten abstehen und es wird eine kleine Eclipse Statt finden; allein da der Mond vor dem Knoten vorbey ist, und folglich südliche Breite hat, so wird er den südlichen Theil der Sonne treffen. Nach einem abermaligen Kuppelumlauf wird der Mond wieder $30^{\circ} 40'$ entfernter und folglich $42^{\circ} 40'$ von dem Knoten abstehen; alsdann aber kann keine Eclipse Statt finden. Aus diesen zwey Erscheinungen folgt, daß unmöglich alle Monate Eclipsen vorfallen können.

III. Erscheinung. Es können in einem Monate drey Eclipsen Statt finden, zwey an der Sonne, die beide klein sind, und eine an dem Monde, die

zwischen beyden fallen, und wenn nicht total, doch wenigstens sehr groß seyn wird.

Man wiederhole das vorhergehende Beyspiel. Der Mond wird nach einem halben Umlauf voll seyn, $15^{\circ} 20'$ von dem Knoten abstehen, und folglich $15^{\circ} 20'$ minus 13° , d. h. $2^{\circ} 40'$ vor dem Knoten vorbeys seyn. Dann muß nothwendig eine große Mondeclipse vorfallen, welche total seyn würde, wenn der Mond nur $15^{\circ} 40'$ von dem Knoten entfernt gewesen wäre.

IV. Erscheinung. Wenn eine partielle Mondfinsterniß Statt hat, so fällt bey dem vorhergehenden, oder nachfolgenden Neumonde eine Sonnen-eclipse vor.

Man nehme an, daß die Mondfinsterniß an den äußersten Gränzen der Eclipsen vorfalle, und daß daher der Mond 12° hinter oder vor dem Knoten stehe, so wird er, wenn er neu ist, $15^{\circ} 20'$ minus 12° , d. h. $3^{\circ} 20'$ hinter dem Knoten stehen, und es findet folglich eine Sonnenfinsterniß Statt. Wenn der Mond 12° hinter dem Knoten stände, so würde, weil er das vorhergehende Mal neu war, $15^{\circ} 20'$ minus 12° d. h. $3^{\circ} 20'$ vor dem Knoten gestanden, und es würde ebenfalls eine Eclipse Statt gefunden haben.

V. Erscheinung. Wenn bey dem Vollmonde eine totale oder sehr große Verfinsterung Statt findet, so wird nach 6 Monaten wieder eine Mondfinsterniß vorfallen.

Man stelle den Vollmond in oder nahe bey dem Knoten, dann wird der Mond nach 6 Umwandlun-

gen 6 mal $30^{\circ} 40'$, d. h. 184° von dem Knoten entfernt seyn, d. h. 4° jenseit des folgenden Knoten und folglich in die Gränzen der Ecliptic fallen.

VI. Erscheinung. Wenn der Vollmond in oder bey dem Knoten eintritt, und folglich eine totale oder sehr grofse Mondeclipse Statt findet, dann wird es nur sehr selten geschehen können, daß bey dem vorhergehenden und bey dem folgenden Neumond keine Sonneneclipsen vorfallen.

Wenn der Vollmond in den Knoten vorfällt, so wird der vorhergehende oder folgende mittlere Neumond nur $15^{\circ} 20'$ von dem Knoten abstehen, und es wird eine Sonneneclipse seyn. Es würde sogar auch eine Eclipse Statt finden können, wenn der Vollmond einige Grade vor oder hinter den Knoten fiele, nach dem mittleren Laufe berechnet; allein der wahre Lauf würde hierin, obschon sehr selten, eine Ausnahme zuwege bringen können.

VII. Erscheinung. Wenn eine kleine Sonneneclipse Statt findet, so fällt bey dem vorhergehenden oder folgenden Vollmonde eine Mondeclipse vor.

Man stelle den Neumond 10° vor oder hinter dem Knoten, so wird der folgende oder vorhergehende Vollmond $15^{\circ} 20'$ minus 10° , d. h. $5^{\circ} 20'$ von dem Knoten entfernt stehn, und es muß nothwendig eine Mondeclipse Statt finden.

VIII. Erscheinung. Wenn der Vollmond, ehe er noch in den Knoten kommt, keine Eclipse erleidet, und wieder ohne Eclipse voll wird, nachdem er durch den Knoten gegangen ist, so wird bey dem

dazwischen fallenden Neumond eine sehr große Sonnenfinsterniß Statt finden.

Wenn der Knoten zwischen zwey Vollmonde, die keine Eclipsen haben, fällt, so muß der Vollmond 12° oder mehr, jedoch weniger als 21° vor dem Knoten stehen, sonst würde der erste ecliptisch seyn können oder der letzte würde es gewiß seyn. Folglich würde der dazwischen fallende Neumond auf das äußerste $15^{\circ} 20'$ minus 12° oder minus 21° von dem Knoten entfernt seyn, d. h. $3^{\circ} 20'$ vor, oder $5^{\circ} 40'$ hinter den Knoten fallen, und daher von einer sehr großen, zuweilen centralen Sonneneclipse begleitet seyn.

IX. Erscheinung. Wenn der Neumond in oder nahe bey dem Knoten ist, und wenn folglich eine große Sonneneclipse Statt findet, so wird entweder bey dem vorhergehenden oder bey dem folgenden Vollmonde, allein nicht in beyden, eine Mondeclipse Statt finden können. Wenn auch der vorhergehende oder folgende Vollmond nach mittlerer Annahme $15^{\circ} 20'$ von dem Knoten entfernt wäre, so kann er durch die wahre Bewegung ihm so nahe seyn, daß eine Eclipse Statt habe, so wie z. B. am 21. August 1793 vor der großen Sonneneclipse am 5. September.

X. Erscheinung. Es geht kein Jahr ohne Eclipsen vorüber, zum wenigsten fallen zwei vor, es können aber deren auch sieben Statt finden.

Da der Mond, wenn er einmal voll oder neu ist, bei jedem Kuppelumlauf sich $30^{\circ} 40'$ von dem Knoten entfernt, so muß der Voll- oder Neumond zweymal auf dem Knoten oder bey dem Knoten in die Gränzen der Eclipsen fallen.

Das zweyte ist eben so leicht zu beweisen. Man nehme an, daß es auf den ersten Januar Vollmond sey, und daß der Mond sich nahe bey einem der Knoten, z. B. 2° von dem steigenden Knoten befinde, so ist alsdann eine totale Mondeclipse und diese ist die erste. Nach einem halben Mondumlauf wird der Neumond $15^{\circ} 20'$ von dem sinkenden Knoten entfernt seyn, d. h. $13^{\circ} 20'$ hinter dem Knoten. Dann ist eine Sonneneclipse; diese ist die zweyte. Nach ein, zwey, drey, fünf vollen Umläufen wird der Mond $28^{\circ} 40'$, $59^{\circ} 20'$, 90° — $120^{\circ} 40'$, $151^{\circ} 20'$ von dem Knoten entfernt seyn, und es kann also keine Eclipse vorfallen. Nach $5\frac{1}{2}$ Umläufen wird der Neumond $166^{\circ} 40'$ von dem steigenden Knoten entfernt seyn und folglich $13^{\circ} 20'$ von dem sinkenden stehen; es ist eine Sonnenfinsternis und diese ist die dritte. Nach 6 Umläufen wird der Mond 182° von dem steigenden Knoten oder 2° von dem sinkenden Knoten entfernt sich befinden, und es ist eine Mondfinsternis, diese ist die vierte.

Nach $6\frac{1}{2}$ Umläufen ist der Neumond $13^{\circ} 20'$ von dem sinkenden Knoten entfernt, und es kann eine Sonnenfinsternis Statt finden; diese ist die fünfte. Nach sieben, acht, neun, zehn und elf vollen Umläufen wird der Mond $212^{\circ} 40'$, $243^{\circ} 20'$, 247° —

$304^{\circ} 40'$, $335^{\circ} 20'$ von dem steigenden Knoten entfernt seyn, und es können keine Eclipsen Statt finden; allein nach elf und einem halben vollen Umlaufe wird der Mond $350^{\circ} 40'$ hinter dem sinkenden oder $9^{\circ} 20'$ vor dem steigenden Knoten stehen, und es wird eine Mondfinsterniß eintreten; sie ist die sechste. Nach 12 vollen Umläufen wird der Mond $15^{\circ} 20'$ entfernter oder 6° vorbeý dem steigenden Knoten stehen und es findet eine Mond-eclipse Statt; diese ist die siebente.

Oder auch, man nehme an, daß der Mond am 1. Januar neu ist, und 17° vor dem Knoten steht; dann kann eine Sonneneclipse Statt finden: sie ist die erste. Nach einem halben Umlaufe steht der Mond $1^{\circ} 40'$ vor dem Knoten, und es ist eine Mond-eclipse; sie ist die zweyte. Nach einem ganzen Umlaufe steht der Neumond $13^{\circ} 40'$ hinter dem Knoten; diese ist die dritte Eclipse. Nach 6 vollen Umläufen steht der Neumond 167° vorbei dem erstgenannten oder 13° vor dem zweyten; es ist also eine Sonneneclipse; diese ist die vierte. Nach $6\frac{1}{2}$ Umläufen steht der Mond $2^{\circ} 20'$ vorbeý dem Knoten und es ist eine fünfte Eclipse. Nach sieben Umläufen steht der Mond $17^{\circ} 40'$ vorbeý dem Knoten und es kann eine Sonneneclipse Statt finden; sie ist die sechste. Nach 12 Umläufen steht der Neumond 170° hinter dem Knoten, oder 10° vor dem erstgenannten, und es ist also eine Sonneneclipse; diese ist die siebente.

Es können also in einem Jahre sieben Eclipsen Statt finden, entweder 3 Mond- und 4 Sonnen- oder zwey Mond- und fünf Sonneneclipsen.

XI. Erscheinung. In einem Jahre können drey Mondeclipsen Statt finden und auch fünf Sonneneclipsen. Diese Erscheinung kann nicht nur in einem Zeitraume von 12 Monaten, sondern selbst in einem und demselben Jahre Statt finden, so wie man sie in dem Jahre 1703, 1768, 1787 gesehen hat, und welches wieder 1833 vorfallen wird.

XII. Erscheinung. Die Sonne kann in fünf Monaten zwey Eclipsen haben; allein sie werden klein seyn und an derselben Seite der Sonne Statt finden.

Man stelle den Neumond 15° vorbey dem Knoten; alsdann findet eine kleine Sonneneclipse Statt. Nach fünf Monaten ist der Mond wieder neu auf $153^{\circ} 20'$ und folglich 168° von dem Knoten entfernt, oder $11^{\circ} 40'$ vor dem folgenden Knoten, und es wird wieder eine kleine Sonneneclipse vorfallen. Da nun der Mond dieselbe Art von Breite hat, so wird auch die zweyte die Sonne an derselben Seite verdunkeln. Hiervon gibt es verschiedene Beyspiele, als am 25. Juny und 31. May 1676, 3. Sept. und 27. Febr. 1691, 14. July und 8. December 1703, 8. Febr. und 4. May 1720, 13. April und 8. Sept. 1801.

Nach dem mittlern Laufe würde dasselbe für den Mond nicht Statt finden; denn man stelle den Vollmond auf die äußersten Gränzen der Eclipsen 12°

von dem Knoten, dann würde der Vollmond nach 5 Monaten nach mittlerer Angabe $165^{\circ} 20'$ von diesem Knoten abstehen, und folglich $14^{\circ} 40'$ von dem folgenden, d. h. auſſer den Gränzen der Eclipsen. Allein der wahre Lauf kann ſo viel von dem mittlern verſchieden ſeyn, daß der Mond in die Gränzen der Eclipsen fallen und eine Eclipse Statt finden kann. Dieses geſchieht ſelten. Von 1496 bis 1700, folglich in mehr als zwey Jahrhunderten, hat es nur zweymal Statt gefunden, nämlich am 11. Juny und 9. November 1658, ſo wie auch am 8. Nov. 1668 und am 15. April 1669.

XIII. Erscheinung. Der Mond kann in ſechs Monaten zwey Eclipsen haben und die Sonne gleichfalls. Dieses erhellt hinlänglich aus der X. Erscheinung, und auch daraus, daß während 6 Monaten der Mond ſich 184° von dem Knoten entfernt.

Von dieser Erscheinung haben wir verſchiedene Beyſpiele für den Mond, 19. März und 11. September 1802, 9. Juny und 4. Dec. 1797, 4 Februar und 31 July 1795, etc. Für die Sonne am 21. Januar und 16. July 1795, 10. Januar und 4. July 1796 und 1802, 4 März und 28. August.

XIV. Erscheinung. Es können in 6 Monaten zwey centrale oder wenigstens ſehr groſſe Sonneneclipsen vorfallen; allein alsdann werden in dem ganzen Jahre keine Mondeclipsen Statt haben, und daher gibt es Jahre, wo keine Mondfinſterniſſe ſich ereignen.

Man stelle den Neumond in den Knoten, dann wird er nach mittlerer Rechnung nach 6 Monaten 184° von dem Knoten entfernt seyn, und durch den wahren Lauf wird er noch näher bey dem Knoten kommen können; allein alsdann kann in den fünf vorhergehenden oder folgenden Monaten keine Mond-eclipse Statt finden. Diese Erscheinung hat in der letzten Hälfte des letztverlaufenen Jahrhunderts Statt gehabt in den Jahren 1752, 1756, 1763, 1767, 1770, 1774, 1781, 1785, 1788, 1792, 1799, und wird in diesem Jahrhunderte Statt finden 1803, 1810, 1821, 1828 etc.

Alle diese angeführten Erscheinungen der Sonnen- und Mondeclipsen können auf dem Kunstwerk in der angeführten Ordnung hinlänglich dargestellt werden. Es bleibt uns nun nichts mehr übrig, als ein Wort über die Reihe der Jahre, in welchen die Eclipsen in derselben Ordnung und beynahe dieselben wieder kommen.

Weil die Eclipsen von zwey Umständen abhängen, nämlich dafs der Mond voll oder neu sey und zugleich in oder nahe bey dem Knoten stehe, so muß man eine solche Summe von Jahren oder Tagen suchen, worin eine runde Zahl sowohl von Kuppelumläufen des Mondes als auch von Knotenumdrehungszeiten Statt findet.

Schon in alten Zeiten hatte man bemerkt, dafs die Zahl von 223 Kuppelumläufen des Mondes oder Monaten, dieser Summe sehr nahe beykomme. 223 solcher Monate betragen in der That 6585 Tage

7 Stunden und beynahe eine halbe; da nun die Knoten in 6798 einen ganzen Umlauf machen, und daher der Mond in dieser Zeit $249\frac{1}{2}$ mal in denselben Knoten kommt, so wird er in 6585 Tagen sehr nahebey 242 mal darin kommen. Die 6585 Tage betragen folglich sowohl eine volle Anzahl von Kuppelumläufen des Mondes, als auch eine volle Anzahl Knotenumdrehungen. Man kann also von der Periode oder dem Zeitraume von 223 Monaten, oder 6585 Tagen $7\frac{1}{2}$ Stunden oder von 18 Jahren 10 Tagen 7 St. (wenn anstatt fünf Schaltjahre nur 4 in 18 Jahren vorkommen, so rechnet man 10 Jahre 11 Tage) Gebrauch machen, um aus vorhergehenden Eclipsen diejenigen, welche in dem folgenden Jahre Statt finden müssen, zu berechnen. Hierbey findet indessen eine kleine Differenz Statt, weil der Mond in dieser Zeit nicht vollkommen 242 mal in den Knoten zurückkehrt. Wenn man die Knotenumlaufszeit auf 27 Tage 5 Stunden 5' und 3'' setzt, so wird der Mond in den Knoten gekommen seyn 241 mal und $\frac{9987}{100000}$; es fehlen also $\frac{13}{100000}$ von einer Umkehrung, oder von 360° , d. h. $28' 12''$. Darum hat man andere Zeitabschnitte erfunden, die aber eine zu lange Reihe enthalten, um mit Leichtigkeit gebraucht werden zu können, z. B. den von 521 Julianischen Jahren, welcher durch den berühmten Holländer Struik benutzt und nach ihm mit so vielem Vortheile von Pingré angewendet wurde, worin 6444 Mondkuppelumläufe Statt haben und die Knoten sehr nahe bey 28 mal herum-

gehen. Dieser Zeitabschnitt ist viel bestimmter, allein der von 18 Jahren 10 Tagen 7 Stunden ist im practischen Leben ziemlich hinlänglich *q)*. Durch Julianische Jahre versteht man Jahre von $365\frac{1}{2}$ Tagen, weil dergleichen durch Julius Cäsar 40 Jahr vor Christi Geburt eingeführt und in der Julianischen Zeitrechnung gebraucht werden. Alle 4 Jahre fiel ein Schaltjahr, da man hingegen nach der Gregorianischen Zeitrechnung alle hundert Jahre ein Schaltjahr überschlagen muß, wie oben gesagt worden ist.

Noch muß ich bemerken, daß nach 223 Monaten der Mond nicht wieder in dem Knoten ist, sondern $23^{\circ} 12''$ von demselben absteht und daher werden die Eclipsen sich allmählig verändern. Nach 25 dergleichen Perioden, d. h. nach 450 Jahren und 250 Tagen wird der Mond schon $11^{\circ} 45'$ von dem Knoten abstehen und folglich außerhalb der nothwendigen Gränzen der Eclipsen fallen; nach 36 Perioden oder nach 649 Jahren wird er außerhalb den nothwendigen Gränzen der Sonneneclipsen fallen. Wenn daher eine Sonneneclipse bey den äußersten Gränzen vor dem Knoten anfängt, so wird sie nach jedesmal 18 Jahren 10 Tagen erst größer und größer werden, dann während einiger Zeit total seyn, und in der Folge sich vermindern. Nach 1300 Jahren fällt die-

q) S. Struik Inleiding tot de algemeene Geographie. —
Pingré art de vérifier les dates, 2de Edition, Diss. sur les Eclipses. —

selbe Eclipse auf der Erde nicht mehr vor und kömmt erst nach vielen tausend Jahren wieder. Die große Sonnenfinsterniß vom 5. Sept. 1793 hat Statt gefunden den 26. August 1775, den 14. Aug. 1757, den 4. Aug. 1739, den 24. July 1721, den 14. July 1703, den 1. July 1685, den 21. Juny 1667, den 10. Juny 1649, den 31. May 1631 etc. Sie nimmt immer mehr und mehr ab, und wird wieder Statt finden den 16. Sept. 1811, 28. Sept. 1829, den 9. Oct. 1847, den 31. Oct. 1883, 11. Nov. 1901 etc. r) Dasselbe findet für die Mondeclipsen Statt. Die totale Mondeclipse am 13. Febr. 1720 war zuvor vorgefallen am 3. Febr. 1711, am 22. Januar 1693, am 11. Febr. 1675, 31. Dec. 1656, 21. Dec. 1638, 19. Dec. 1620, 29. Nov. 1602, 18. Nov. 1584, 8. Nov. 1566 etc.; allein damals rechnete man nach dem alten Styl, deswegen zählte man den 28. Oct. den 17. Oct. 1548, den 6. Oct. 1530, 26. Sept. 1512, 15. Sept. 1494, 3. Sept. 1476, 24. August 1458, 13. August 1440 etc. Bis zu dieser Zeit war die Eclipse total gewesen, doch so, daß der Mond sich immer weniger tief in den Schatten begab; den 2. Aug. 1422 war die Eclipse nur $11\frac{1}{4}$ Zoll groß, den 22. July 1404 nur 10 Z., den 12. July 1386 nur $8\frac{1}{2}$ Z., den 21. July 1350 nur $5\frac{1}{2}$ Z., den 9. Juny 1332 nur 4 Z., den 3. May 1314 nur $2\frac{1}{2}$ Z., den 18. May 1296 nur 1 Z., den 8. May 1278 war kein Schatten

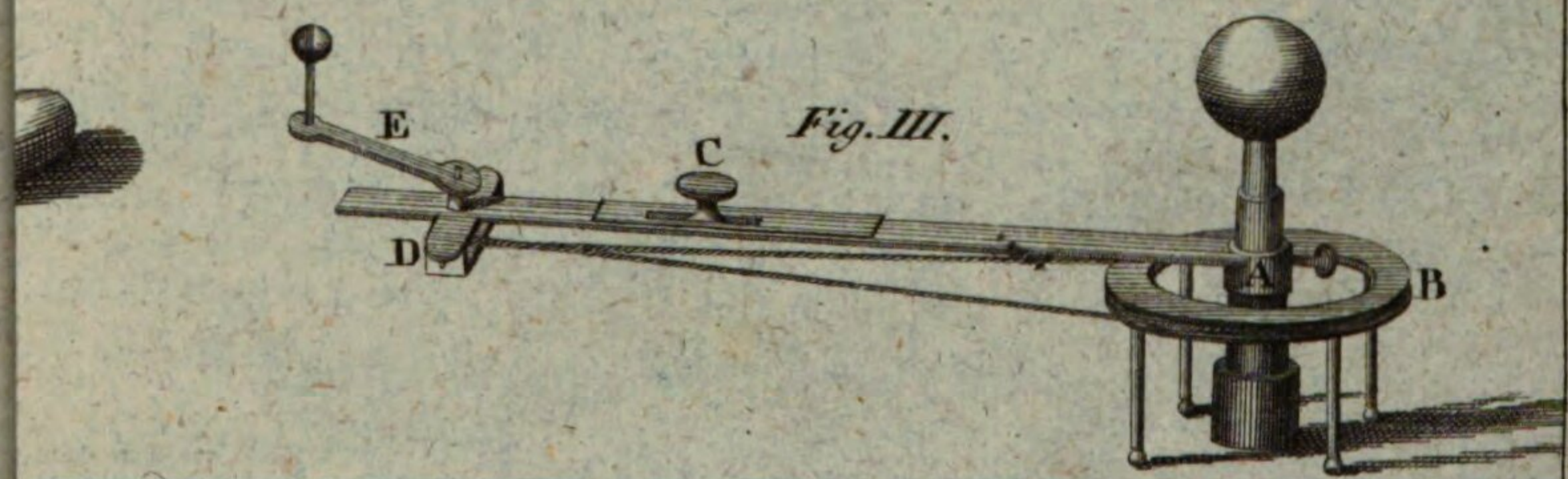
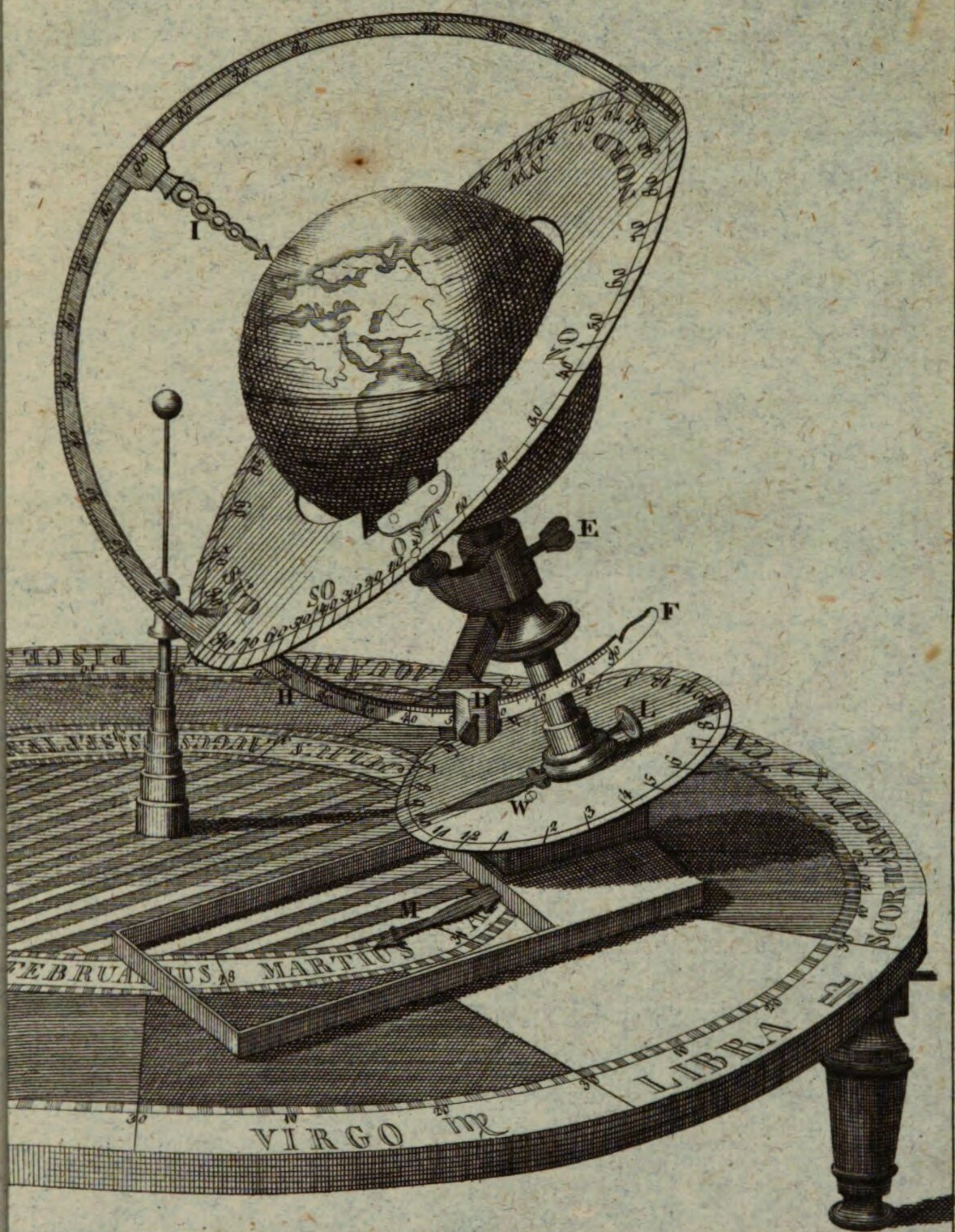
r) S. Ferguson Astronom. explained, wo S. 167 sehr weitläufig über die große Sonneneclipse vom 1. April 1764 gehandelt wird.

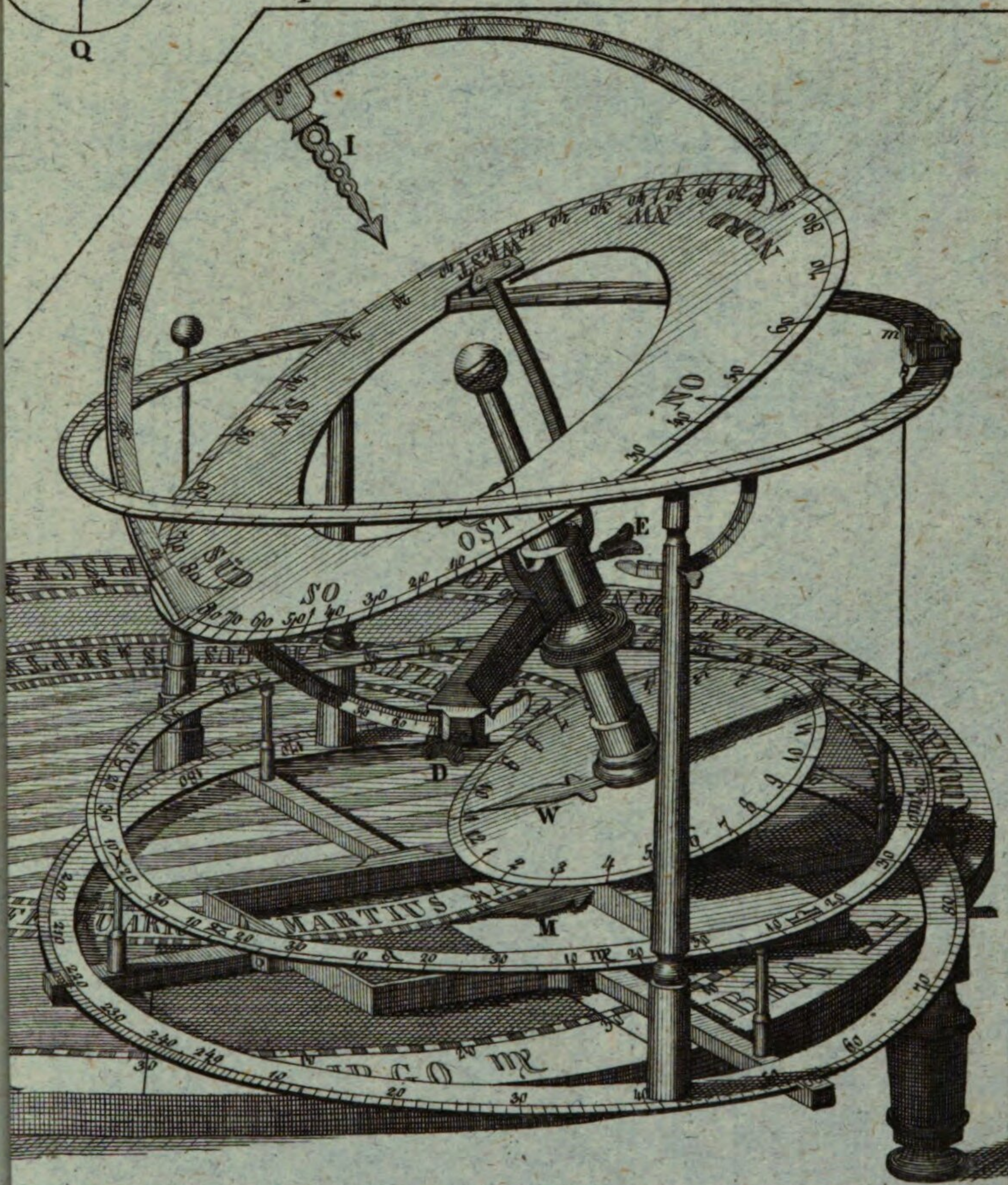
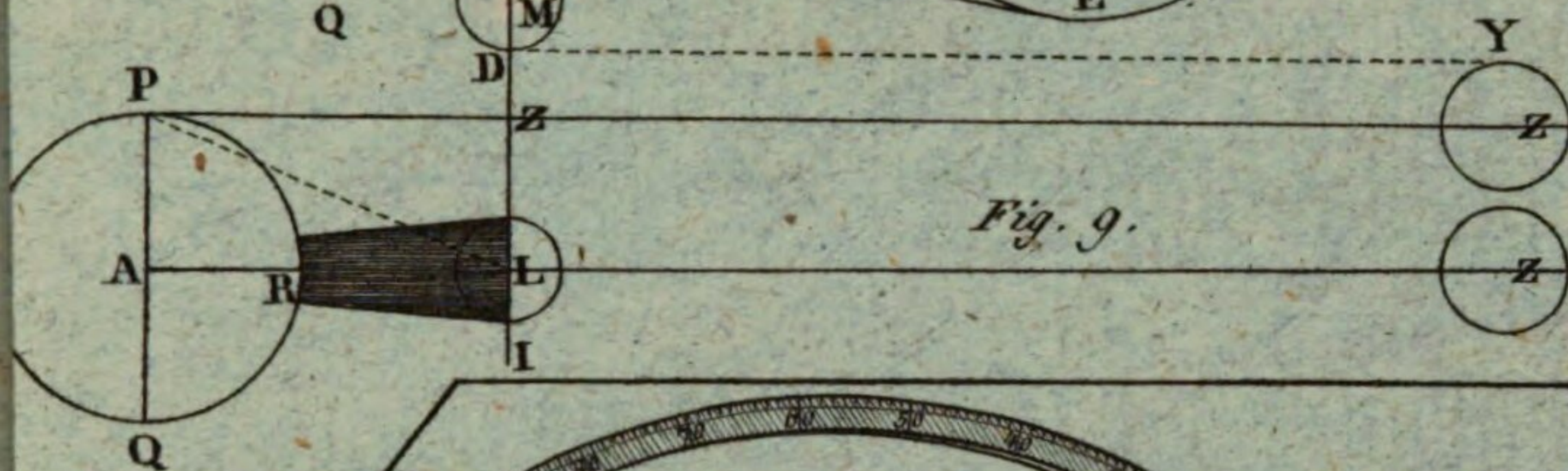
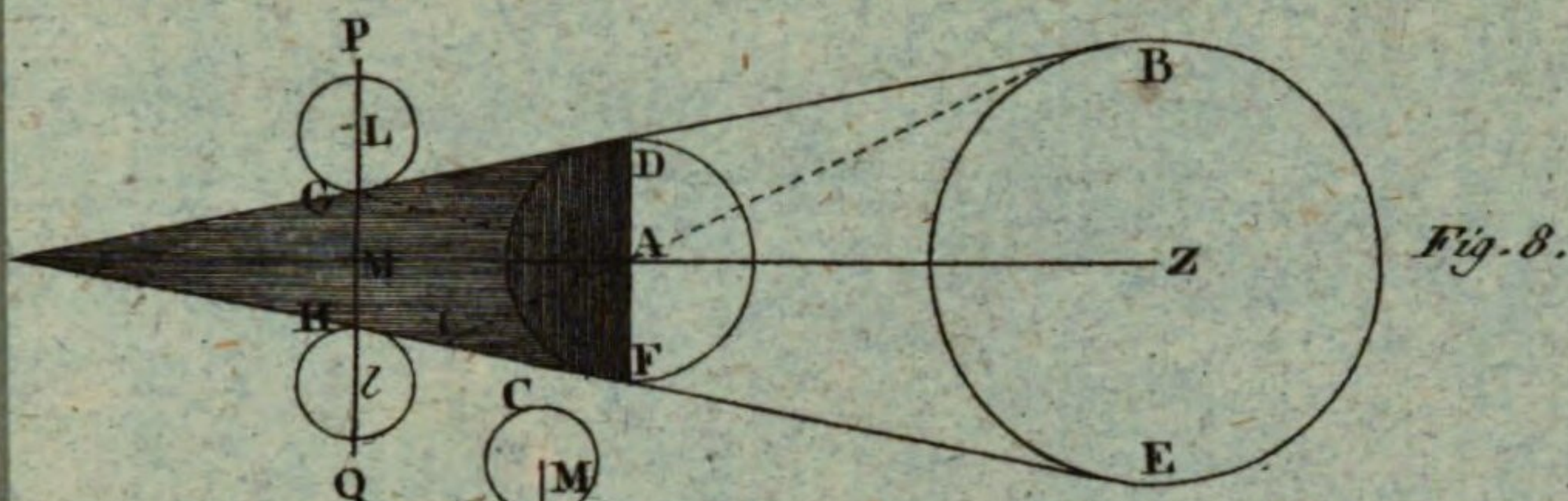
mehr, und hier endigt diese Eclipse, denn 1260 ist keine Mondeclipse gewesen, allein es fanden zwey centrale Sonnenfinsternisse Statt. Die Eclipse endigt also in dem Zeitabschnitte von 451 Jahren; allein dieselbe Mondeclipse vom 13. Febr. 1729 hat wieder Statt gefunden den 21. Febr. 1747, den 7. März 1801 und wird Statt finden 10. April 1819, 20. April 1837, 2. May 1855, 12 May 1873, 23. May 1891, und noch mehreremal total, und dann wird sie wieder abnehmen.

Man sieht aus diesen Beyspielen, wie leicht die Erscheinungen des Wiederkommens der Eclipsen berechnet werden können, und hiermit glaube ich Alles gesagt zu haben, was zur Erklärung des *Lunarium* gehört.

Zum Beschlusse muß ich noch die Anmerkung hinzufügen, daß es vermittelst des so eben beschriebenen Kunstwerkes nicht schwer fällt, sich deutliche Begriffe von den Erscheinungen zu bilden, welche die Sterne, die Planeten, vorzüglich die Sonne und der Mond täglich und jährlich uns liefern, und daß dieses *Planetarium*, *Tellurium* und *Lunarium*, gefertigt durch den Künstler Hartog van Laun, seiner Einfachheit und Genauigkeit wegen eines der geschicktesten zum Gebrauch beym Unterricht ist; daß dieses Kunstwerk aus diesen Gründen die Aufmerksamkeit und das Lob aller Liebhaber und Lehrer der Astronomie, so wie

auch der damit verwandten Wissenschaften, verdient, und endlich, daß zu wünschen steht, dieses Laun'sche Kunstwerk möchte von allen Lehrern bey Erklärung der Grundbegriffe der Erd- und Himmelskunde allgemein gebraucht werden.





Swinden, Jan Hendrik van, / Laun, Hartog <<van>>, / Meyer, F.

Beschreibung eines Planetarium, Tellurium und Lunarium Mit Kupfern

Leipzig 1807

Astr.p. 176

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10060700-5